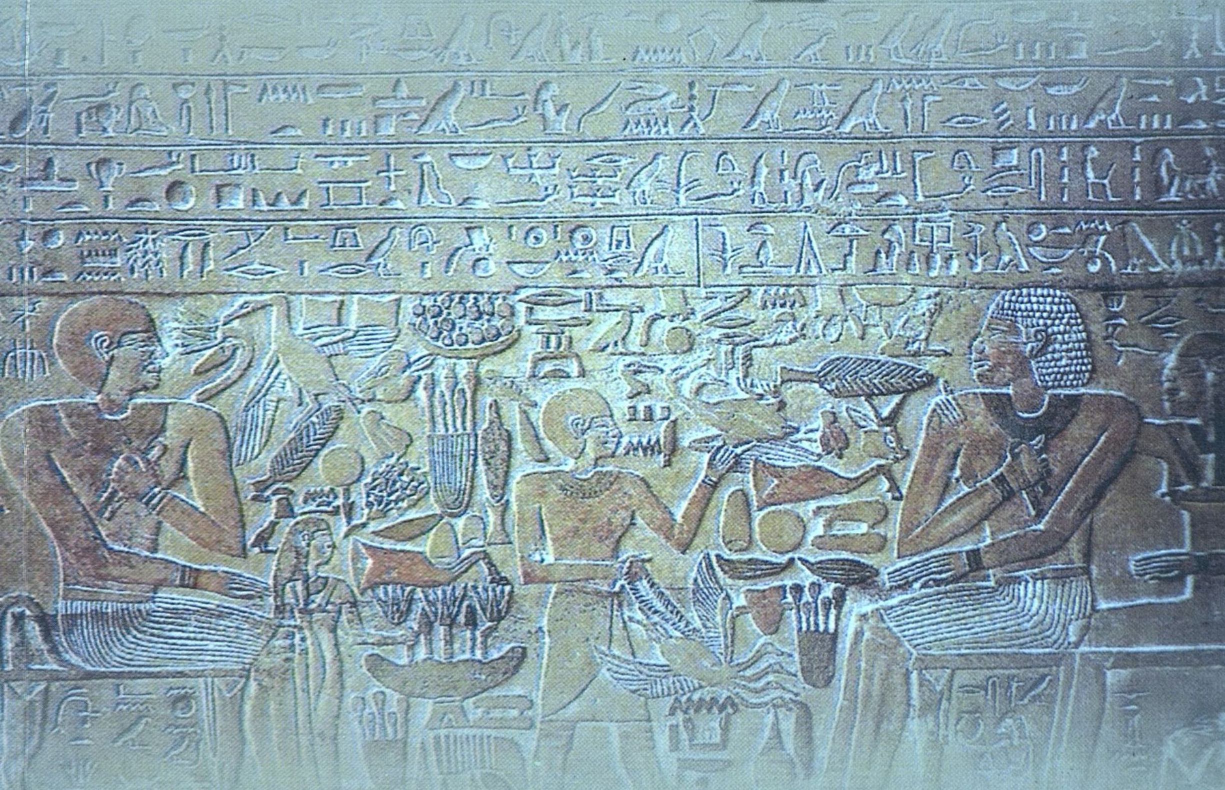
அறிவியலின் வரலாறு



கு.வி.கிருஷ்ணமூர்த்தி

பேராசிரியர் முனைவர் **இரா. இளவரசு**
நூலக நூல்கள்
நூற்கொடை : பேராசிரியர் **இரா. வேலம்மாள்**
பேராசிரியர் இளவரசு நினைவு அறக்கட்டளை

அறிவியலின் வரலாறு

கு.வி.கிருஷ்ணமூர்த்தி

பாரதிதாசன் பல்கலைக்கழகம்

அறிவியலின் வரலாறு

கு.வி.கிருஷ்ணமூர்த்தி

பேராசிரியர் மற்றும் தலைவர்

தாவர அறிவியல் துறை

பாரதிதாசன் பல்கலைக்கழகம்

திருச்சிராப்பள்ளி – 620 024

அறிவியலின் வரலாறு
கு.வி.கிருஷ்ணமூர்த்தி

முதல் பதிப்பு : 2005

விலை : ரூ. 60

உரிமை
பாரதிதாசன் பல்கலைக்கழகம்

வெளியீடு
பாரதிதாசன் பல்கலைக்கழகம்
பல்கலைப்பேரூர்
திருச்சிராப்பள்ளி - 620 024

வடிவமைப்பு
மதர்போர்டு, சென்னை - 600 014

அச்சு
பொன்னி அச்சகம், சென்னை - 600 091

அணிந்துரை

முனைவர் சி.தங்கமுத்து
துணைவேந்தர்

பாரதிதாசன் பல்கலைக்கழகம்
பல்கலைப்பேரூர்
திருச்சிராப்பள்ளி - 620 024.
தமிழ்நாடு.

பாரதிதாசன் பல்கலைக்கழகத்தின் தலைசிறந்த அறிவியல் அறிஞர்களில் ஒருவரான முனைவர் கு.வி.கிருஷ்ணமூர்த்தி அவர்கள் படைத்துள்ள ''அறிவியலின் வரலாறு'' என்ற இந்த நூல் ஒன்றுக்கும் மேற்பட்ட காரணங்களால் தனித்தன்மைப் பெற்ற நூலாகும். பல்வேறு பரிமாணங்கள், துறைகளைக் கொண்டுள்ள அறிவியலின் பரிணாமம் பற்றிய அனைத்து விவரங்களையும் முழுமையாக உள்ளடக்கி தமிழில் வெளிவரும் முதல்நூல் இதுதான். பல்கலைக்கழகத்தில் அடியெடுத்து வைத்திருக்கும் பட்டப்படிப்பு மாணாக்கருக்காக எழுதப்பட்ட இந்த நூல் அவர்களுடைய பாடத்திட்டத்தில் சேர்க்கப்பட்டுள்ள பொதுஅறிவு பாடமாகிய ''அறிவியல் வரலாறு'' பாடத்திற்கு ஏற்ப படைக்கப்பட்ட நூலாகும்.

அறிவியலின் வரலாறு மனித நாகரிகம் மற்றும் முன்னேற்றம் பற்றிய வரலாற்றைக் குறிப்பதுதான். ஒவ்வொரு நிலையிலும் தடைக்கல்லாக நின்ற மூடநம்பிக்கையையும், அறிவீனத்தையும் மீறி அறிவியல் பரிணமித்தது. ஒவ்வொரு அறிவியல் அறிஞரும் பல இடர்ப்பாடுகளைத் தாண்டி வரவேண்டிய கட்டாயம் ஏற்பட்டது; ஒரு சிலர் தண்டனைகளையும் ஏற்றிருக்கின்றார்கள் (கலிலேயோ இதற்குச் சிறந்த எடுத்துக்காட்டு). மிகச் சிறப்பான அறிவியல் கண்டுபிடிப்புகள் எளிதாக ஏற்கப்படவில்லை; அவை பெரும்பாலும் சந்தேகிக்கப்பட்டன; நம்பப்படவில்லை. மாக்ஸ் ஃபிளாங்க் தன்னுடைய சுயசரிதையில் பின்வருமாறு குறிப்பிடுகிறார் : ''என்னுடைய அனுபவத்தில் நான் ஒரு உண்மையை உணர எனக்கு சந்தர்ப்பம் ஏற்பட்டது. இது என்னுடைய கருத்துப்படி மிகவும் குறிப்பிடத்தக்க உண்மையாகும். ஒரு புதிய அறிவியல் உண்மை அதன் எதிராளிகளைத் திருப்திப்படுத்துவதால் வெற்றியடைவதில்லை; அவர்கள் அதில் உள்ள உண்மையை உணர்வதால் வெற்றியடைவதில்லை; ஆனால், எதிரிகள் இறந்தபின் அந்த அறிவியல் உண்மையோடு வாழும் புதிய தலைமுறைகளால் தான் அது வெற்றி யடைகிறது''. சக அறிவியல் அறிஞர்களே புதிய அறிவியல் உண்மைகளை

ஏற்கும் நிலை இவ்வாறு இருக்கும்போது, சாதாரண மக்கள் எவ்வாறு புதிய அறிவியல் கண்டுபிடிப்புகளை உடனே ஏற்பார்கள்? அறிவியல் அறிஞர்கள் உற்சாகப்படுத்தப்பட வேண்டும்; அறிவியல் நோக்கு மக்களிடம், குறிப்பாக, மாணவர்களிடம் வளர வேண்டும். அப்பொழுது தான் சமுதாயம் மிகவேகமாக முன்னேறும். அறிவியல் நோக்குதான் சமுதாய வளர்ச்சிக்கு அடிப்படைத் தேவை.

புதிய அறிவியல் கண்டுபிடிப்புகளை ஏற்று உள்ளீர்த்துக் கொள்ளவும், அவற்றை மிக நன்றாகப் பயன்படுத்தவும், தேவைப்படும் அறிவியல் உணர்வை தன்னுள்ளே கொண்டுள்ள சமுதாயம் தான் மற்றவற்றை கடந்து மிக வேகமாக முன்னேறும். எனவே, தெளிவாகத் தெரியக் கூடிய சமுதாய முன்னேற்றத்திற்கு அறிவியல் உணர்வே வலுவான அடிப்படையாகும். துரதிர்ஷ்ட வசமாக, மிகவும் பழமையில் ஊறிய நம்முடைய சமுதாயத்தில், அறிவியலில் பட்டதாரிகளை உருவாக்க நாம் பல முயற்சிகள் மேற்கொண்டாலும், அவர்களிடையே சக்தி வாய்ந்த, துடிதுடிப்பான அறிவியல் உணர்வை ஏற்படுத்த முடியவில்லை என்பது மிகவும் வருத்தத்திற்குரியது. இதன் விளைவாக புதை மண்ணில் நிற்க முயலும் மரம் போல அறிவியல் கல்வி முறை அடிப்படையான வலிவை இழந்து காணப்படுகிறது. நம் கல்லூரி மாணவர்கள் அறிவியலின் பரிணாமத்தையும், அறிவியல் அறிஞர்கள் கடந்து வந்த கடினமான பாதையையும் உணர்ந்தால், அவர்களும் அறிவியல் உணர்வு பெற்று, புதிய கண்டுபிடிப்புகளையும் புதுமைகளையும் எதிர்கொள்ளும் திறனைப் பெறுவர்.

அறிவியல் மனத்தின் முக்கியமான பண்புகள் பின்வருமாறு :(அ) ஆதாரங்கள் கிடைக்கும் வரை நம்பிக்கைகளை ஒத்திவைத்தல் (ஆ) ஆதாரங்களைத் தேடுதல் (இ) உண்மையெனக் கருதுவதற்கான ஆதாரங்களில் மட்டும் நம்பிக்கை கொண்டிருத்தல், மற்றும் (ஈ) எந்த ஒரு அறிவியல் ''உண்மை''யும் எதிர்காலத்தில் சரியில்லை என்று ஒதுக்கப்படலாம் என்ற எண்ணத்தைக் கொண்டிருத்தல். இத்தகைய அறிவியல் பட்டதாரிகள் வினாக்களுக்கு விடையளிப்பதற்கு ஊக்குவிக்கப் படாமல், வினாக்களைத் தொடுப்பதற்கு ஊக்குவிக்கப்பட வேண்டும்; விடைகளை அப்படியே ஏற்காமல் அவற்றை வினாக்களுக்கு உட்படுத்த வேண்டும். இத்தகைய நிகழ்வுகள் அறிவியலின் வரலாற்றில் கணக்கிலடங்காமல் இருக்கின்றன.

இரண்டு, மூன்று மாதங்களுக்குள் இத்தகைய சிறப்பான படைப்பை உருவாக்கியுள்ள முனைவர் கு.வி.கிருஷ்ணமூர்த்தியை நான் மனமார பாராட்டுகிறேன். இந்த நூலை பட்டப்படிப்பு நிலை மாணாக்கரும் ஆசிரியர்களும் மிகச் சிறந்த முறையில் பயன்படுத்துவார்கள் என்று நினைக்கிறேன். மாணவர்கள் தேர்வினை மட்டும் மனத்திற்கொள்ளாமல் தம்முடைய அறிவியல் உணர்வை மேலும் வளர்ப்பதற்காக வேண்டி இந்நூலைப் பயன்படுத்த வேண்டும் என்றும் நான் கேட்டுக் கொள்கிறேன்.

- முனைவர் சி.தங்கமுத்து, துணைவேந்தர்

என்னுரை

''ஊசி செய்யும் சிறு தொழிலின் நுட்பம் கூற
ஒரு கோடி நூல் வேண்டும் தமிழில்; இந்தக்
காசினியில் இன்றுவரை அறிவின் மன்னர்
கண்டுள்ள கலைகளெல்லாம் தமிழில்; எண்ணிப்
பேசி மகிழ் நிலை வேண்டும்''

... குலோத்துங்கன் (வளர்க தமிழ்)

இயற்கையையும் அதன் நிகழ்வுகளையும் ஆய்வதும் விளக்குவதும் தான் அறிவியல். உலகை நாம் எளிதாக அறிந்து கொள்ளவும் புரிந்து கொள்ளவும் ஒரு சிறப்பான சாளரமாக அறிவியல் செயல்படுகிறது. இதன் காரணமாக அறிவியல் இன்றியமையாததாகவும் மனித வாழ்க்கையின் அனைத்து செயல்களில் ஊடுருவியும் அமைந்துவிட்டது. நவீன அறிவியல் மிக பிரம்மாண்டமான அமைப்பாகும். வரலாற்றில் மனித மனத்தின் மிகப் பெரிய வெற்றிக்கு அறிவியலின் பிரம்மாண்டம் சான்று பகறுகிறது. அதே சமயத்தில், அறிவியலைத் தவறாகப் பயன்படுத்துவதால் நாம் உருவாக்கி வளர்த்த நாகரிகத்தை நாமே தகர்ப்பதற்கு முயலுகின்றோமோ என்ற அச்சமும் நம்மிடையே எழுந்துள்ளது. அறிவியலின் கடந்த கால வரலாற்றைப் பற்றி அறிந்து கொள்ளாமல் அறிவியலின் தற்போதைய நிலையை விளக்குவதற்கும், அதன் எதிர்கால வெளிப்பாடுகளை முற்கூறுவதற்கும் நாம் எடுத்துக்கொள்ளும் எந்த முயற்சியும் பலன் தருமா என்பது சந்தேகமே. அறிவியலின் அடிப்படைப் பொருளையும், அறிவியலுக்கும் மற்ற துறைகளுக்கும் இடையிலுள்ள இணக்கங்களையும் அறிந்துகொள்ள முனையும் ஒவ்வொருவரும், அதன் வளர்ச்சியின் வரலாறு பற்றி ஓரளவாவது அறிந்திருக்கவேண்டும். போர்கள், அரசியல், இலக்கியம், சமுதாயம் போன்றவற்றின் வரலாற்றைப் பற்றி தான் வரலாற்று அறிஞர்கள் இதுவரை தம்முடைய கவனத்தைத் திருப்பியிருக்கிறார்களே ஒழிய அறிவியலின் தோற்றம், வளர்ச்சி, பரிணாமம் மற்றும் சாதனைகள் தொடர்பான வரலாற்றை அறிய போதுமான முயற்சிகளை மேற்கொள்ளவில்லை. இதன் காரணமாகவே பொது இலக்கியப் படைப்புகளில் அறிவியலின் வரலாறு பற்றிய நூல்கள் இதுவரை இடம்பிடிக்கவில்லை.

கடந்த ஐம்பது ஆண்டுகளில் அறிவியலின் வரலாறு பற்றிய ஒரு விழிப்புணர்வு எழுந்துள்ளது மிக மகிழ்ச்சியளிக்கிறது. அறிவியலின் வரலாற்றை ஆய்வு செய்து, தகவல்களை திரட்டி, ஒன்றுசேர்த்து கொடுக்கும் முயற்சிகள் மேற்கொள்ளப்பட்டு வருகின்றன. ஒரு சில நூல்களும் இத்தலைப்பில் வெளிவந்துள்ளன. ஆனால் இவற்றில் பெரும்பாலான நூல்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட அறிவியல் துறையைப் பற்றியோ அல்லது ஒரு குறிப்பிட்ட காலகட்டத்தில் ஏற்பட்ட வரலாற்றுச் செய்திகளைத் தாங்கியோ எழுதப்பட்டிருப்பது ஒரு குறையே; அதேபோன்று, சில நூல்களில் அறிவியலின் வரலாறு மதத்தோடு அல்லது தத்துவத்தோடு மட்டும் இணைத்து எழுதப்பட்டிருப்பதும் ஒரு குறையே. உயர் கல்வியில் அடியெடுத்து வைக்கும் மாணவ மாணவிகள் அனைத்து அறிவியல் துறைகளின் வரலாற்றையும் அறிந்துகொள்ளும் வண்ணம் எழுதப் பட்ட நூல்கள் எதுவுமில்லை எனலாம். இந்த குறையைப் போக்குவதற்காகத் தான் இந்த நூல் தயாரிக்கப்பட்டுள்ளது.

இந்த நூலில் அறிவியலும், அறிவியல் முறையும் எவ்வாறு தோன்றி வளர்ந்தன என்பதும், இயற்கை நிகழ்வுகள் எவ்வாறு நடைபெறுகின்றன என்பதும், அறிவியல் ஆய்வு வரலாற்றில் ஏற்பட்ட வெற்றி தோல்விகளின் அடிப்படைகளில் விளக்கப்பட்டுள்ளன. சில சமயம் சரியாகவும், சில சமயம் தவறாகவும் அறிவியல் அறிஞர்கள் உருவாக்கிய முக்கியமான கொள்கைகள் இந்நூலில் முன்னிறுத்தப்பட்டுள்ளன. அறிவியல் அறிஞர்கள் தம்முடைய அல்லது பிறருடைய தவறுகளிலிருந்து எவ்வாறு அறிவு பெற்றிருக்கிறார்கள் என்பதையும் இந்நூல் விளக்குகிறது.

ஒவ்வொரு அத்தியாயத்திலும் அந்தந்தத் துறையைச் சார்ந்த இந்திய அறிவியலின் வரலாற்று விவரங்கள் சேர்க்கப்பட்டுள்ளன. இந்திய அறிவியலின் பலம் என்ன, பலவீனங்கள் என்ன என்பதை இந்த விவரங்கள் எளிதில் சுட்டுகின்றன. இந்தியர்கள் பெருமைப்படும் அளவிற்கு அமைந்த அறிவியல் முன்னேற்றங்களுக்கு முன்னுரிமை கொடுக்கப்பட்டும், இந்திய அறிவியலுக்கு இழிவு கற்பிக்கும் ''அறிவியல் செய்திகள்'' அறவே விலக்கப்பட்டும் இந்நூல் தயாரிக்கப்பட்டுள்ளது. எடுத்துக்காட்டாக, நவீன அறிவியல் சார்பான சிப்பல் இயக்கவியல், ஒருமித்த புலம் கொள்கை, இழைக் கொள்கை, சார்பியல் கொள்கைகள் போன்றவை தொடர்பான கருத்துகள் ஏற்கனவே வேதங்களில் விளக்கப்பட்டுள்ளன என்ற கூற்றுகளுக்கு ஆதாரமில்லாததால் இத்தகைய கருத்துக்கள் இந்நூலில் இடம்பெறவில்லை. முனைவர் ஜெயந்த் நர்லிகர் குறிப்பிடுவது போல 'இத்தகைய பொய்யான எண்ணங்கள் இந்திய அறிவியலுக்கு நன்மை பயப்பதைவிட கேடுகளையே விளைவிக்கும்; நம்முடைய உண்மையான அறிவியல் கண்டுபிடிப்புகளுக்கும் பெருமை விளைவிக்காது.'

ஒரு சில தலைப்புகளில் விவரமான தகவல்கள் கட்டங்களில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. இந்தத் தகவல்கள் அதிகம் தெரிந்துகொள்ள வேண்டும் என்பவர்களுக்காக கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. இந்நூலில் குறைகள் பல இருக்க வாய்ப்புகள் உள்ளன. எல்லா அறிவியல் துறைகளும் இந்நூலில் இடம்பெற வில்லை. இடம்பெற்றிருக்கும் அறிவியல் துறைகளைப் பற்றிய அனைத்து விவரங்களும் கொடுக்கப்படவில்லை. பல அறிவியல் துறைகளைப் பற்றி இந்த

நூலாசிரியரின் அறியாமை தான் இதற்கு முக்கியக் காரணம். இந்நூலை மிகக் குறுகிய காலத்திற்குள் தயாரிக்க வேண்டிய நிர்ப்பந்தமும் இந்நூலில் காணப்படும் குறைகளுக்கு இன்னொரு காரணம். சாதாரண மக்களும் புரிந்துகொள்ளும் வகையில் இந்நூல் எழுதப்பட்டுள்ளது என்றாலும் இதில் அடங்கியுள்ள தகவல்கள் சிறப்பு வாய்ந்தவை என்பதில் ஐயமில்லை.

இந்த நூலை எழுதுவதற்கு தூண்டுதலாக இருந்த திருச்சிராப்பள்ளி பாரதிதாசன் பல்கலைக்கழகத் துணைவேந்தர் பேராசிரியர் முனைவர் சி.தங்கமுத்து அவர்களுக்கு மிகுந்த கடமைப்பட்டுள்ளேன். பல்கலைக் கழகத்துடன் இணைந்த கல்லூரிகளில் பட்டப்படிப்பு மாணாக்கருக்கு ''அறிவியலின் வரலாறு'' என்ற பொதுஅறிவுப் பாடம் பாடத்திட்டத்தில் சேர்க்கப்பட்டவுடன் என்னை இந்த தலைப்பில் ஒரு நூல் தயாரித்துத் தருமாறு அவர் பணித்ததால் முதலில் ஆங்கில வடிவிலும் தற்பொழுது தமிழ் வடிவிலும் இந்த நூல் வெளிவந்துள்ளது. அவர் கொடுத்த ஊக்கமும், ஆதரவும் போற்றுதலுக்குரியது.

இந்த நூலை எழுதத் துணிந்தவுடன், எனக்கு நல்ல கருத்துக்களையும், வழிமுறைகளையும் நல்கியவர்களில் முக்கியமானவர்கள் அண்ணா பல்கலைக்கழக முன்னாள் துணைவேந்தர் முனைவர் ஆ.ஆனந்தகிருஷ்ணன் அவர்களும், தூய வளனார் கல்லூரியின் வணிகவியல் பேராசிரியரான முனைவர் விக்டர் லூயி அந்துவான் அவர்களும்தான். இவர்கள் இருவருக்கும் என்னுடைய மனமார்ந்த நன்றியைத் தெரிவித்துக் கொள்கிறேன். இந்நூல் எழுதத் தேவைப்பட்ட இந்திய அறிவியலின் வரலாறு தொடர்பான நூல்களை நல்கி உதவிய தூய வளனார் கல்லூரியின் முந்தைய முதல்வர் அருட்தந்தை முனைவர் ஜான் பிரிட்டோ அவர்களுக்கும் என்னுடைய நன்றியைத் தெரிவித்துக் கொள்கிறேன்.

தங்களுடைய அரிதான நேரத்தை பகிர்ந்தளித்து எனக்கு ஊக்கமளித்து உதவி புரிந்த எனது துணைவியார் திருமதி பிருந்தா, எனது மகன் அரவிந்த், மருமகள் அனுஷா மற்றும் பேரன் சுந்தர் ஆகியோருக்கும் என்னுடைய நன்றியைத் தெரிவித்துக் கொள்கிறேன். இந்நூலின் தமிழ் வடிவத்தை கனிணி மூலம் தயாரித்தளித்த உஷா, வசந்தா, விஜயவெங்கடேஷ் மற்றும் முனைவர் இரவிச்சந்திரன் ஆகியோருக்கும் என் நன்றியைத் தெரிவித்துக் கொள்கிறேன்.

- கு.வி.கிருஷ்ணமூர்த்தி

உள்ளடக்கம்

	அணிந்துரை	....	5
	என்னுரை	....	7
1.	அறிவியல் சிந்தனை மற்றும் முறை		11
2.	அறிவியலைப் பாதித்த காரணிகள்	....	26
3.	பிரபஞ்சமும், புவியும்	....	46
4.	பருப்பொருளும், ஆற்றலும்	....	72
5.	உயிரும் அதன் மர்மங்களும்	....	101
6.	மனித உடல் - நலனிலும், நோயிலும்	....	135
7.	கணிதவியலும், அளவையியலும்	....	160
8.	நம்முடைய சூழல்	....	173
9.	தொழில்நுட்பம் மற்றும் மனித நலன் தொடர்பான அறிவியல் வரலாறு	....	183
10.	அறிவியல் பரிமாற்றம், பரப்புதல் மற்றும் ஜனரஞ்சகமாக்குதல்	....	203
11.	அறிவியலின் எதிர்காலம்	....	221
	மேலும் படிப்பதற்காகப் பரிந்துரைக்கப்படும் நூல்கள்	....	225
	இணைப்பு 1	....	226

1

அறிவியல் சிந்தனை மற்றும் முறை

1) அறிவியல் என்றால் என்ன?

அறிவியல் என்றால் என்ன? அறிவியலைச் சுட்டும் ஆங்கிலச் சொல்லான "Science" இலத்தீன் சொல்லான "Scientia" (= அறிதல், கற்றல்) என்பதில் இருந்து பெறப்பட்டதாகும். இதற்கான ஜெர்மன் இணைச்சொல் "Wissenschaft" என்பதாகும். இச்சொல்லின் பொருள் சற்று விரிந்தது. நாம் குறிக்கும் அறிவியலை மட்டுமல்லாது, வரலாறு, தத்துவம் போன்ற பல துறைகளைப் பற்றியும் இந்த ஜெர்மன் சொல் சுட்டுகிறது. "Science" என்ற ஆங்கிலச் சொல் இயற்கை அறிவியல்[1] என்பதைச் சுட்டும் "Natural Science" என்பதின் சுருக்கம் என்பதையும் மனதிற்கொள்ள வேண்டும். எனவே, இயற்கை நிகழ்வுகளைப் பற்றியும், அவை ஏன், எவ்வாறு நிகழ்கின்றன என்பதைப் பற்றியும் முறையாகக் கற்றறியும் இயல்தான் அறிவியல். வேதியப் பொருட்களையோ, சோதனைக் குழாய்களையோ, உபகரணங்களையோ, கருவிகளையோ மட்டும் அறிவியல் உள்ளடக்கவில்லை. அறிவியலுக்கென்று ஒரு சில சிறப்புக் கூறுகள் உண்டு. அவையாவன:

(i) இயற்கையைப் பற்றியும் இயற்கை நிகழ்வுகளைப் பற்றியும் எழுப்பப்படும் சீரிய வினாக்கள் அறிவியலில் அடங்கும்.

(ii) எழுப்பப்பட்ட வினாக்கள் பற்றி மனதில் எழும் சிந்தனைகளை உள்ளடக்கியது அறிவியல். சாதாரண மனிதனின் மனதில் எழும் சிந்தனைகளில் இருந்து இச்சிந்தனைகள் முற்றிலும் மாறுபட்டவை. இச்சிந்தனைகள் பகுத்தறிவுடையதாகவும், தர்க்கரீதியாகவும், முற்றிலும் புதுமையானதாகவும் இருக்கவேண்டும். இச்சிந்தனைகள் ஏற்கனவே எழுந்த சிந்தனைகளின் சுவடிலோ, பாதையிலோ அமையாமல் புதியதாகத் திகழவேண்டும். பொதுவாகவே சீரிய சிந்தனைகள் சீரிய கற்பனைகளிலிருந்துதான் பெறப்படுகின்றன.

---

1. இயற்கை அறிவியல் உயிரியல் என்பதை மட்டும் குறிக்காமல் ஒட்டுமொத்த அறிவியலையும் சுட்டும் சொல்லாகும்.

புதிய அறிவைப் பெறுவது நமது குறிக்கோளாக இருந்தால் அறிவியல் முறையின் ஆரம்பமே சீரிய கற்பனைகளிலிருந்துதான் தொடங்கப்பட வேண்டும். அடைய முடியாதது என்று கருதப்படும் ஒன்றை அடைவது பொதுவாக புதுமையான சீரிய கற்பனைகளி லிருந்து தான் தொடங்குகிறது என்பதை மனதில் பதிக்கவேண்டும்.

விமானத்தை உருவாக்கிய இரைட் சகோதரர்கள் (Wright Brothers), முதலில் ஒரு விமானத்தைக் கற்பனையில் தான் படைத்தார் கள் என்பதை சிறந்த எடுத்துக்காட்டாக கொள்ள வேண்டும். அறிவியல் அறிஞராக மாற விருப்பம் உள்ளவர்கள், கற்பனைக்கனவின் எல்லைக்குள்ளும் அடியெடுத்து வைக்க வேண்டும் என்றும், அறிவியல் கனவு கண்ட பலர் சிறந்த மேதைகளாக மாறியிருக்கிறார்கள் என்றும் வரலாறு எடுத்துக்காட்டியுள்ளது.

கனவு கற்பனைக்கும், கற்பனை அறிவியல் சிந்தனைக்கும் வழிவகுத்திருப் பதைப் பலர் ஆதாரங்களோடு நிரூபித்துள்ளார் கள். ஹெர்மான் போண்டி (Hermann Bondi) என்ற அறிவியல் அறிஞர் குறிப்பிடுவது போன்று ''அறிவியலுக்கு மிக அவசியத் தேவை, அறிவியல் அறிஞர்களின் சிந்தனைதான். இச் சிந்தனைகள் தானாகவே எழ வேண்டும். சிந்தனைகளை எந்திரமயமாக்க முடியாது. அறிவியலை தொழிற்சாலையில் உற்பத்தி செய்ய முடியாது. கற்பனைகளின் மூலம் தான் சிந்தனைகள் எழ முடியும்.''

(iii) அறிவியல் ஒரு சீரிய உற்றுநோக்கு தலை உள்ளடக்கியது. சாதாரண மனிதனின் பார்வைக்கும் அறிவியல் அறிஞரின் பார்வைக் கும் வேறுபாடு இருக்கவேண்டும். உற்று நோக்கல் பகுத்தறிவுடையதாகவும், தொடர்ச்சி யானதாகவும், பாரபட்சமற்றதாகவும் இருக்க வேண்டும். பார்வையில் ஒரு உயிர்ப்பும் (vitality) இருக்கவேண்டும். புவியின் நிகழ்வுகள் எவ்வாறு ஏற்படுகின்றன என்பதை அறிய உற்றுநோக்கல் மிகவும் அவசியம்.

(iv) ஏற்கனவே எழுந்த சிந்தனைகள், உற்றுநோக்கல்கள் ஆகியவற்றின் அடிப்படை களில் எழும் கொள்கைகளும் (theories), கோட்பாடுகளும் (hypotheses) அறிவியலின் முக்கியத்தன்மைகளாகும். ''கோட்பாடு'' என்ற சொல் அன்றாடம் சரியான வகையில் பயன்படுத்தப்படாத ஒரு சொல்லாகும். ஒரு கோட்பாடு அறிவியல் சார்புடையதாக இருக்க வேண்டுமென்றால், அது உண்மையிலேயே தவறானதாக இருந்தால், தவறானது என்று நிரூபிக்கப்படவேண்டும். ஒரு கோட்பாடு கொள்கையாக மாறவேண்டும் என்றால், அது கீழே குறிப்பிடப்பட்டுள்ள பல சோதனை களைக் கடக்க வேண்டும். எந்தவொரு கொள்கையும் புதிய வினாக்களை எழுப்புவ தோடு மட்டுமல்லாது பழைய வினாக்களுக்கும் ஒரு புதிய பரிமாணத்தை அளிக்கவேண்டும் என்பது அறிவியலின் தனித் தன்மைகளில் மிகச் சிறப்பு வாய்ந்த ஒன்றாகும். ஒரு கொள்கை மிகச் சிறந்ததா என்பது அது எழுப்பும் புதிய வினாக் களினால் தான் நிர்ணயம் செய்யப்படுகிறது.

(v) அனைத்துக் கோட்பாடுகளும் மற்றும் உற்றுநோக்கல்களும் சோதனைச் செய்யப்பட வேண்டும் என்ற நியதியை அறிவியல் வலியுறுத்துகிறது. உற்றுநோக்கல்கள் சரியான காரணங்களின் அடிப்படையில் நிருபிக்கப்பட வேண்டும். கோட்பாடுகளும் உற்றுநோக்கல் களும் அளத்தல் (Measuring), தேர்ந்தாய்தல் (experimentation), அளவறுதியிடுதல் (Quantification) போன்றவை மூலம் முறைப்படி சோதிக்கப் படவேண்டும். இவை அனைத்திலும் முழுமை யான, பாரபட்சமற்ற மற்றும் தற்சார்பற்ற அறிவியல் முறையைக் (Scientific method) கடைப்பிடிக்க வேண்டும். இயற்கையும், இயற்கை நிகழ்வுகளும் எழுப்பும் வினாக் களுக்கு விடை தேடும்போது ஒரு அறிவியல் அறிஞன் தற்சார்பற்ற முறையிலும் எந்தவித முன்கருத்து இன்றியும், தொடர்ந்து பல உற்றுநோக்கல்களை மேற்கொண்டும் விடை களைச் சோதிக்க வேண்டும்.

(vi) சோதனைகளின் மூலம் பெறப்படும்

முடிவுகளைத் தகுந்தமுறையில் பதிவு செய்து வெளியிடவேண்டும் என்பது அறிவியல் நியதி. ஏனெனில், பெறப்பட்ட முடிவுகளைப் பின்னர் மற்றவர்கள் உறுதிசெய்யவும், சோதிக்கவும், சரிபார்க்கவும் இச்செயல் வழிவகுக்கும். பெறப்பட்ட முடிவுகளில் குற்றம் குறைகள் ஏதேனுமிருந்தால் அவற்றை அறியவும், முடிவுகளைப் பெற மேற்கொள்ளப்பட்ட அறிவியல் முறையை அதே சூழலிலோ வேறொரு சூழலிலோ மீண்டும் ஒருவர் மேற்கொண்டால் முன்னால் பெறப்பட்ட முடிவுகளையே பெற முடியுமா என்பதை அறியவும் இச்செயல் பெரிதும் உதவும். தொடர்ந்து மேற்கொள்ளப்படும் பல சோதனை களின் அடிப்படையில் ஏற்கனவே பெறப்பட்ட அதே முடிவுகள் உறுதி செய்யப்பட்ட பின்னரே ஒரு கோட்பாடு கொள்கையாக மாறுகிறது.

இவை அனைத்தையும் கடைப்பிடித்த பின்னர் கூட ஒரு கொள்கை பொய்யாக்கப் படலாம் அல்லது திருத்தப்படலாம் என்பதை அனைவரும் புரிந்துகொள்ள வேண்டும். எந்த ஒரு நல்ல கொள்கையும் ஒரு சில முன்முடிவு களை (predictions) வெளிப்படுத்தலாம். ஒரு கொள்கையைச் சோதிக்க விரும்பும் வேறொரு வர் அதன் முன்முடிவுகளையும் சோதித்து அவை உயிர்ப்புடையவையா என்றறியலாம். ஐன்ஸ்டீ னின் (Einstein) சார்பியல் கொள்கை (theory of relativity), கோள்களின் இயக்கம் தொடர்பான கெப்லரின்(Kepler) விதிகள் அல்லது டார்வினின் (Darwin) பரிணாமக் கொள்கை (Evolution theory) போன்ற கொள்கைகள், பாடநூலில் இடம் பெறும் நிலைக்கு வந்துவிட்டதால், அவை மேலே விவரிக்கப்பட்ட எல்லா நிலைகளையும் கடந்து நன்றாக உறுதி செய்யப்பட்டு, முழுமை யாக ஏற்கப்பட்ட நிலையை அடைந்துவிட்ட தாகக் கருதலாம். எனினும் அறிவியல் இருக்கும்வரை நிலைநிறுத்தப்பட்ட மேற்கூறிய கொள்கை களையும் சேர்த்து எந்தக் கொள்கை யும் முழுமையாக நிரூபிக்கப்பட்ட கொள்கை யாக ஏற்றுக் கொள்ள முடியாது.

புதிய அறிவியல் முடிவுகளின் பின்னணி யிலும், புதிய கண்டுபிடிப்புகளின் அடிப்படை யிலும் எந்த ஒரு கொள்கையும் மீண்டும் சரிபார்க்கப்படலாம்; சோதிக்கப் படலாம்; தவறு என்றும் கூட நிரூபிக்கப் படலாம். எல்லா அறிவியல் கொள்கைகளுமே மதில்மேல் நிற்கும் பூனைகளுக்கு ஒப்பானவை; அவை மேலும் நிலைத்து நிற்கலாம் அல்லது அழிந்து போகலாம். எனவே அறிவியல் எப்பொழுதுமே தன்னைத் தொடர்ந்து திருத்திக் கொள்ளும் தன்மையுடையது. அறிவியல் அறிஞர்கள் ஒவ்வொருவரும் தாம் தவறு செய்யக்கூடியவர் தான் என்பதை உணர வேண்டும். பல சமயங்களில் தவறு செய்து விடுகிறார்கள் என்பதுதான் நிதர்சன உண்மையும் கூட. அறிவியல் முறைதான் இத்தகைய தவறுகளை அவரவர்களே உணர வழி கோலுகிறது.

முன்னுதாரண மாற்றங்கள் (Paradigm shifts) பற்றிய கருத்துரு (concept) அறிவியலில் ஒரு முக்கியமான பங்கினைத் தற்பொழுது வகிக்கிறது. இந்தக் கருத்துரு தாமஸ் கூன் (Thomas Kuhn) என்ற அறிவியல் வரலாற்று வல்லுநரால் ஏறத்தாழ நாற்பது ஆண்டுகளுக்கு முன்பு புகுத்தப்பட்டதாகும். இயற்கை நிகழ்வுகளைச் சிறப்பாக விளக்குவதற்கு முன்னுதாரணங்கள் (paradigms) உதவுகின்றன. புவியின் வரலாற்றோடு தொடர்புடைய நிகழ்வுகளை விளக்க இரண்டு நூற்றாண்டு களுக்கு முன்பு நோவாவின் வெள்ளம் (Noah's flood) ஒரு முன்னுதாரணமாக (உண்மையி லேயே தவறான முன்னுதாரணமாக) திகழ்ந்து வந்துள்ளது. ஆனால் இன்று புவியின் வரலாற்றை விளக்கும் முன்னுதாரணமாக நிலஒட்டுத் தகடுகள் (Tectonic plates) திகழ் கின்றன. ஒரு இயற்கை நிகழ்வை விளக்க உதவும் முன்னுதாரணம் மாறும்பொழுது, புதிய வினாக்கள் எழுகின்றன. புதிய அறிவியல் முடிவுகளை விளக்க முடியாத சூழ்நிலையில் பழைய முன்னுதாரணம் தவறானது என அறிவியல் அறிஞர்களால் நிரூபிக்கப்பட்டு அதற்குப் பதிலாக ஒரு புதிய முன்னுதாரணம் இயற்கையாக எழுகிறது. இந்த முன்னுதாரண

மாற்றம் குறுகிய கால இடைவெளிகளிலோ நீண்டகால இடைவெளிகளிலோ ஏற்படலாம்.

2003ஆம் ஆண்டு எழுதப்பட்ட நூல் ஒன்றில் சூசன் ஹாக் (Susan Haak) என்ற பெண்மணி அறிவியல் என்பது பொது அறிவின் (commonsense) நீட்சியே என்று வாதிட்டுள்ளார். சிறப்பான, தனிப்பட்ட அல்லது இரகசியமான திறமைகள் எவையுமே அறிவியலுக்குத் தேவையில்லை என்றும் இவர் வாதிட்டுள்ளார். இக்கருத்தினை பலர் ஏற்கவில்லை. பொது அறிவை மறுத்து ஒதுக்குவதற்கு அறிவியல் உள்ளுணர்வுகள் (insights) காரணங்களாக இருந்துள்ளன. எடுத்துக்காட்டாக, வெவ்வேறு எடை கொண்ட இரு பொருட்களை ஒரே உயரத்தில் இருந்து கீழே போட்டால், அதிக எடையுடைய பொருள் துரிதமாகத் தரையைத் தொடும் என்பது பொது அறிவு. ஆனால் இது தவறானது என்று அறிவியல் நிரூபித்துக் காட்டியுள்ளது. அறிவியல் அறிஞர்கள் அனைவரும் தம்முடைய கொள்கைகள் சரியானவை என்று நிரூபிக்க முயற்சி செய்வதை விட தவறானவை என்று நிரூபிக்க அதிக முயற்சி எடுக்கவேண்டும் என்ற கார்ல் போப்பரின் (Carl Popper) மையக் கருத்து பொதுஅறிவிலிருந்து மாறுபட்ட கருத்தாகும். பொதுஅறிவும், நல்ல நோக்கங்களும் மட்டும் அறிவியலுக்கு போதுமானவை அல்ல என்பதை அனைவரும் உணர வேண்டும்.

2) அறிவியல் சிந்தனை மற்றும் முறையின் பரிணாம வரலாறு

அறிவியல் சிந்தனை மற்றும் முறையின் பரிணாம வரலாற்று நிகழ்வுகளைப் பின்வரும் காலங்களின் அடிப்படையில் பொதுவாக விளக்கலாம். (அ) கிரேக்கர்களுக்கு முந்தைய காலம் (ஆ) கிரேக்க காலம் (இ) உரோமானியர் காலம் (ஈ) இடைக்காலம் (medieval period) (உ) மறுமலர்ச்சிக் காலம் (Renaissance period) (ஊ) அறிவு ஒளி காலம் (Enlightenment period) மற்றும் (எ) நவீன காலம் (Modern period).

அ) கிரேக்கர்களுக்கு முந்தைய காலம்

3000 ஆண்டுகளுக்கு முந்தைய இக் காலத்தைப் பற்றிய போதுமான குறிப்புகள் கிடைக்கவில்லை என்றாலும், இக்கால மக்கள் இயற்கையைப் பற்றியும் இயற்கை நிகழ்வுகள் பற்றியும் ஒருசில அடிப்படை வினாக்களை எழுப்பி இருப்பார்கள் என்று நம்பப்படுகிறது. இவற்றில் பின்வருபவனவற்றைக் குறிப்பாகக் கூறலாம். பகலும் இரவும் ஏன் மாறி மாறி வருகின்றன? ஏன் வெவ்வேறு பருவங்கள் ஏற்படுகின்றன? இரவில் வானத்தில் ஒளிரும் பொருட்களின் தன்மை என்ன? தீ என்றால் என்ன? தீயிலிருந்து ஏன் புகை தோன்றுகிறது? மற்ற விலங்குகளிலிருந்து மனிதன் ஏன் வேறுபடுகிறான்? எவ்வாறு வேறுபடுகின்றான்? காற்று எவ்வாறு தோன்றுகிறது? அதன் தன்மை என்ன? உயிர் என்றால் என்ன? இறப்பு என்றால் என்ன? இந்த வினாக்களுக்கெல்லாம் தேவதைகள் / கடவுள்கள் செயல்களின் அடிப்படையில் விடைகள் கொடுக்கப்பட்டன. தேவதைகள் / கடவுள்களின் முரண்பாடான மற்றும் சலனச்செயல்களால் இயற்கை நிகழ்வுகள் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன என்று அவர்களால் நம்பப்பட்டன. இயற்கை நிகழ்வுகளுக்குக் கொடுக்கப்பட்ட மூட நம்பிக்கையான அல்லது புதிரான விடைகளினால் மக்கள் திருப்தி அடைந்து, உண்மையான காரணங்களைக் கண்டறிய முயற்சிக்கவில்லை.

ஆ) கிரேக்க காலம்

ஏறத்தாழ 3000 வருடங்களுகுகு முன்பு டோரிய கிரேக்கரின் (Dorian Greeks) ஒரு இனக்கூட்டம் அலை அலையாக வடமேற்கு மற்றும் வட மைய நிலப்பகுதியிலிருந்து தற்பொழுது கிரேக்க நாடாக இருக்கிற மாசிடோனிய தீபகற்பத்திற்கு வந்து சேர்ந்தனர். ஒருசில இனக்கூட்டங்கள் கிழக்கு மத்தியத் தரைப் பகுதியை (Mediterranean region) அடைந்தன. நூற்றுக்கணக்கான நகர - ஆட்சிப்

பகுதிகள் (city states)[1] ஒரு சில நூற்றாண்டுகளுக் குள்ளேயே இங்கு நிறுவப்பட்டு அந்தந்த பகுதிகளைச் சேர்ந்த மக்கள் தங்களைப் பரிபாலித்துக் கொண்டனர். அதிகமான பயண அனுபவத்தாலும், சுயமாக சிந்திக்கும் செயலாலும் தங்களின் முன்னோர்களிடமிருந்து இவர்கள் பெரிதும் வேறுபட்டனர். இவர்களில் பலர் மூடநம்பிக்கையிலும், இயற்கையைக் கடந்த சக்தியிலும், மாயையிலும் வீழ்ந்து விடாமல், இயற்கை நிகழ்வுகளுக்கான அடிப்படைக் காரணங்களை ஆவலுடன் தேட ஆரம்பித்தனர். அறிவுத்தேடல் அப்பொழுது தான் தொடங்கியது. இயற்கை பல்வேறு வேறுபாடுகளைக் கொண்டிருந்தாலும் அதில் காணப்படும் சீரிய பாங்கினையும், ஒழுங்கினை யும் சரியாக விளக்க விளக்கங்களைத் தேடுவதில் நாட்டம் கொண்டனர். இயற்கையை இவர்கள் பார்த்த பார்வை இவர்களின் முன்னோர்களிட மிருந்து முற்றிலும் மாறுபட்டு காணப்பட்டது. இவர்கள் அறிவையும் (knowledge) ஞானத்தை யும் (wisdom) நாடியதால், இவர்கள் தத்துவ ஞானிகள் (philosophers) என்று அழைக்கப் பட்டனர். எனவே அக்காலத்தில் அறிவியல், இயற்கைத் தத்துவம் (Natural philosophy) என்றே அழைக்கப்பட்டது.

எனினும், கிரேக்க தத்துவஞானிகள் இயற்கையை அறிய கடைப்பிடித்த அனைத்து முயற்சிகளும் எதிர்பார்த்த முடிவைத் தரவில்லை. ஏனெனில், அவர்களில் பெரும் பாலானோர் தற்சார்பு சிந்தனையையும், அறிவுசார் எண்ணங்களையுமே முழுவதும் நம்பியிருந்தனர். எந்தவித உற்றுநோக்கலிலும், தேர்ந்தாய்தல்களிலும் (experimentation) அவர்கள் தங்களை ஈடுபடுத்திக் கொள்ளவில்லை. இயற்கை நிகழ்வுகளுக்கு அவர்களுக்குத் தோன்றிய சிந்தனைகளின் அடிப்படையில் விளக்கம் கொடுத்தனர். மேலும், தங்களின் சிந்தனைக்கேற்ப இயற்கை நிகழ்வுகளைப் பொருத்தவும் முயன்றனர். இத்தகைய குறைகள் இருப்பினும், இயற்கை நிகழ்வுகளுக்கு இயற்கையான காரணங்களையும் விளக்கங் களையும் கூற முயன்றதால் அவர்கள் பாராட்டுக் குரியவரானார்கள். மூடநம்பிக்கையையும், மதவாத விளக்கங்களையும் (religious dogma) அவர்கள் புறக்கணித்தனர். இயற்கையை அறிவியல் நோக்கிலும் ஆக்கப்பூர்வமான சிந்தனையின் அடிப்படையிலும் பார்க்கத் தொடங்கியதால் அறிவியல் வரலாற்றில் ஒரு புதிய நல்ல திருப்பம் ஏற்பட்டது எனலாம்.

மில்லிடஸ் நகரத்து தேலீஸ் (Thales of Miletus) (*ஏறத்தாழ 624* BCE)[2] என்பவர் தான் முதன்முதலில் அறிவியல் சார்பான வினாக் களைத் தொடுக்க ஆரம்பித்த கிரேக்க தத்துவஞானியாகக் கருதப்படுகிறார். உலகமும் அதில் உள்ள பொருட்களும் எவற்றால் ஆக்கப் பட்டவை என்ற முதல் வினாவை எழுப்பி அதற்கு நீரினால் ஆனவை என்ற விடையையும் (ஆனால் தவறான) கொடுத்தவர் அவர்தான். அவருடைய மாணவரான அனாக்சிமேண்டர் (Anaximander) (*ஏறத்தாழ 610* BCE) உலகப் பொருட்கள் நீரினால் ஆனவை அல்ல என்றும் ஏபைரான் (apeiron) என்ற உருவமற்ற, பார்க்க முடியாத பொருளால் ஆனவை என்றும் கூறி னார். தேலீஸின் மற்றொரு மாணவர் அனாக்சி மினீஸ் (Anaximenes) (*ஏறத்தாழ 570*BCE), உலகப் பொருட்கள் அனைத்தும் காற்றினால் ஆனவை என்று கூறினார். வானவில் தோன்றுவதற்கான முதன்முதல் இயற்கை விளக்கத்தைக் கொடுக்க முயன்றவரும் இவர்தான்.

1. பண்டைய கிரேக்கத்தின் நகர ஆட்சிப் பகுதிகள் அரசியல் ரீதியாகவும், அமைவு ரீதியாகவும், ஆட்சி ரீதியாகவும் தனிப்பட்ட மக்களாட்சி அமைப்புகள் ஆகும்.
2. கி.மு. (கிறித்து பிறப்பதற்கு முன்), கி.பி. (கிறித்து பிறப்பதற்குப் பின்) என்ற குறியீடுகள் தற்பொழுது மாற்றப்பட்டு மதச்சார்பற்ற முறையில் பொதுவான காலத்திற்கு முன் (Before the Common Era, BCE), மற்றும் பொதுவான காலம் (Common Era, CE) என்பனவற்றின் குறியீடுகளாக பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இந்நூலில் BCE மற்றும் CE என்ற ஆங்கிலச் சுருக்கக் குறியீடுகள் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

படம் I.1. பிளாட்டோவும் அரிஸ்டாடிலும் - இரஃபேலின் ஓவியம்

அறிவியலுக்குச் சிறப்புச் செய்த கிரேக்க தத்துவஞானிகளில் மிக முக்கியமானவர் அரிஸ்டாடில் (Aristotle) (பிறந்தது, 384 BCE) ஆவார். அதிக ஆக்கப்பூர்வ சிந்தனையும், செயலும், விரிந்த அறிவுத்திறனும் உடையவர். ஒன்றிணைக்கப்பட்ட அறிவியல் கருத்துருக் களை மிக பிரம்மாண்டமான அளவில் உருவாக்கியவர் இவருக்குமுன் எவரும் இல்லை. பிளாட்டோவின் (Plato) மாணவரும், மாவீரன் அலெக்சாண்டரின் ஆசிரியருமான இவர் தன்னுடைய ஆசிரியரின் கருத்துக்களில் இருந்து மாறுபட்டவர். சிந்தனையைவிட உற்றுநோக்கல் தான் அறிவியலின் சிறந்த கருவி என்று வலுவாக நம்பியவர் (படம் I - 1). இயற்கையின் ஒவ்வொரு அங்கத்திற்கும் ஏதேனும் ஒரு நோக்கம் (purpose) இருக்க வேண்டும் என்றும், அந்தக் குறிப்பிட்ட நோக்கத்தை நிறைவேற்றும் வகையில் தான் அது செயல்படுகிறது என்றும் இவர் கருதினார். (இக்கருத்துரு அறுதிக்காரண (teleology) கருத்துரு என்று அழைக்கப்படுகிறது). அரிஸ்டாடில் தவறான முடிவுகளுக்கும் வந்திருக்கிறார் என்பதற்குப் பல எடுத்துக்காட்டுகள் உண்டு. எடுத்துக்காட்டாக, வெவ்வேறு எடையுடைய இரண்டு பொருட்களை ஒரே உயரத்தில் இருந்து கீழே போடும்போது, கனமான பொருள் முதலில் தரையை அடையும் என்ற அவருடைய கூற்றைக் கூறலாம். இதற்குக் காரணம், அரிஸ்டாடில் உற்றுநோக்கலை மட்டும் நம்பி சோதனையை மேற்கொள்ளாமல் இருந்தது தான். இவரைத் தொடர்ந்த ஆர்கிமீடீஸ் (Archimedis) (பிறந்தது ஏறத்தாழ 287 BCE), சோதனைகளில் மிகுந்த நம்பிக்கையுடைய தத்துவஞானி; கணிதத்திலும் வல்லவர். கோட்பாடுகளைச் சோதனை செய்து அதன்பின் ஏற்க முற்பட்ட முதல் அறிவியல் அறிஞர்களில் இவர் முக்கியமான ஒருவர்.

பிரபஞ்சத்தைப் (Universe) பற்றிய டாலமீயின் (Ptolemy) அறிவியல் படைப்பு தான் கிரேக்க காலத்தில் மேற்கொள்ளப்பட்ட மிக முக்கியமான படைப்பாகக் கொள்ளலாம். இவரின் இறப்போடு பண்டைய கிரேக்கர்களின் அறிவியல் பொற்காலம் முடிவு பெற்றது.

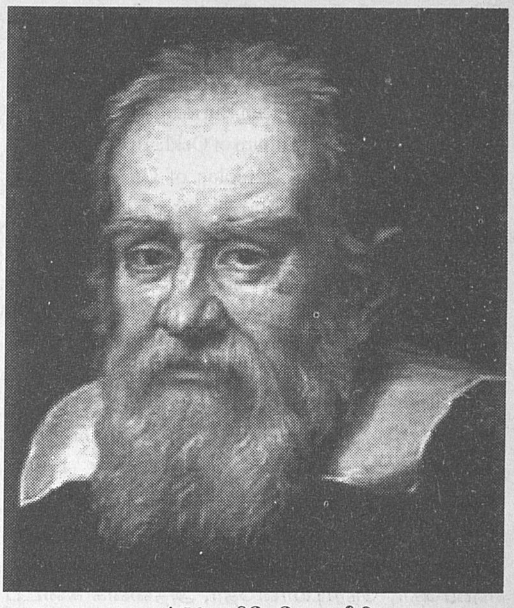
இ) உரோமானியர் காலம்

இக்காலத்தில் அறிவியல் அதிகமாகக் கவனிக்கப்படவில்லை. மக்களின் நாட்டமெல்லாம் நிதி, அரசியல், பொறியியல், கட்டிடவியல், பொதுச்சுகாதாரம் போன்றவற்றில் திரும்பியதே ஒழிய அறிவியலில் செல்லவில்லை. உரோமானியர்கள் மிகச்சிறந்த அரசியல்வாதிகளாகவும், போர்வீரர்களாகவும், நிர்வாகிகளாகவும், சட்டவல்லுநர்களாகவும் திகழ்ந்தனர். ஆனால் அறிவியல் அறிஞர்களாக இருக்கவில்லை. இவர்களின் அறிவியல், மருத்துவம், கலை ஆகியவை கிரேக்கர்களிட மிருந்து பெறப்பட்டவைதான். அறிவியலுக்கு ஏறக்குறைய முற்றுப்புள்ளி வைக்கப்பட்டது. இவர்களின் ஆட்சிக்குட்பட்ட அலெக்சாண்டி ரியா (Alexandria) நகரில் அமைந்த பிரம்மாண்ட

நூலகம் (48-BCEல்) கிட்டத்தட்ட அழிந்து விட்டது. இதனோடு கிரேக்க அறிவியல் படைப்புகள் பலவும் அழிந்துவிட்டன. 5ஆம் நூற்றாண்டு CE ல் இரோமானிய பேரரசு வீழ்ந்தது.

ஈ) இடைக்காலம்

இடைக்காலம் என்பது பண்டைய நாகரிகம் வீழ்ந்த நாளிலிருந்து இத்தாலிய மறுமலர்ச்சிக் காலம் வரை இடைப்பட்ட ஆயிரம் வருட இடைவெளியைக் குறிப்பதாகக் கருதப்பட்டது. ஆனால் தற்பொழுது இடைக் காலம் என்பது ''இருண்ட காலத்திற்கும்'' (dark ages) மறுமலர்ச்சிக் காலத்திற்கும் இடைப்பட்ட நானூறு ஆண்டுகளை மட்டும் குறிப்பதாகக் கருதப்படுகிறது. இருண்ட காலம் என்பது 13ஆம் நூற்றாண்டு வரையில் ஐரோப்பிய நாடுகளில் புதிய அறிவியல் படைப்புகள் காணப்படாத நிலையைக் குறிப்பிடுகிறது. இருண்ட காலத்தில் கிரேக்க அறிவியல் படைப்புகளைப் பகுத்தறிவதிலேயே ஐரோப்பிய அறிவியலார் ஈடுபட்டனர். கிரேக்க அறிவியலே பின்பற்றப்பட்டது. எனினும், அறிவியலின் வரலாற்று அடிப்படையில் பார்த்தால் முதலில் கூறப்பட்ட இடைக்கால வரையறையே ஏற்புடையதாக அமைகிறது. இருண்டகாலமான நானூறு ஆண்டுகளில் ஐரோப்பாவில் அறிவியல் வளராமல் இருக்க லாம். ஆனால் அராபிய, பெர்சிய, இந்தியப் பகுதிகளில் இருண்டகால கட்டத்திலும் மிகச் சிறப்பாக அறிவியல் வளர்ந்தது என்பதை மறுக்க முடியாது. அராபிய, பெர்சிய மற்றும் இந்திய அறிவியல் அறிஞர்களான ரேஜஸ் (Rhazes), அவிசென்னா (Avicenna), ஆர்யபட்டா (Aryabhata) போன்றவர்கள் அறிவியலுக்கும், மருத்துவத்திற்கும், கணிதத்திற்கும் ஆக்கப் பூர்வமான படைப்புகளை அளித்துள்ளனர். அராபிய அறிவியல் அறிஞர்கள் சிரியாவி லிருந்து பெர்சிய வளைகுடா பகுதி வரை (ஸ்பெயின் உள்பட) பரவி காணப்பட்டனர். பிளாட்டோ, அரிஸ்டாட்டில், கேலன் (Galen)



படம் I.2. கலிலேயோ கலீலி

போன்றவர்களின் கிரேக்க அறிவியல் படைப்பு கள் அராபிய மொழியில் மொழிபெயர்ப்புச் செய்யப்பட்டன. இம்மொழி பெயர்ப்பில் முக்கிய் பங்கு ஆற்றியவர் ஸ்பெயினில் வாழ்ந்த அராபிய அறிவியல் அறிஞர் யுவெரோயீஸ் (Averroes 1126 - 1198) ஆவார். ஆக்கப்பூர்வ அறிவியல் படைப்புகளும், மொழிபெயர்ப்பு களும் பாக்தாத், டமாஸ்கஸ், கெய்ரோ, கோர்டோபா (ஸ்பெயின்), சிரியா, கான்ஸ் டான்டிநோபில் (தற்பொழுது துருக்கியிலுள்ள இஸ்தான்புல் நகரம்), சிசிலி மற்றும் தென் இத்தாலிய நகரங்கள் போன்றவற்றில் மேற் கொள்ளப்பட்டன.

ஐரோப்பாவின் பெரும்பாலான பகுதி களில் இடைக்காலத்தில் அறிவியல் இறையிய லாலும் (theology) கிறித்துவப் பள்ளிகளாலும், சர்ச்சுகளாலும், மதசாத்திரங்களாலும் பாதிப் புக்கு உள்ளாகியது. இக்காலத்தை புலமைக் காலம் (Scholastic period) என்றும் குறிப்பிடுவர். கிறித்துவ திருச்சபைகளும், சர்ச்சுகளும் மதவாத கொள்கைகளின் (religious dogma) அடிப்படை

யில் தான் அறிவியலும் இயற்கை நிகழ்வுகளும் கருதப்பட வேண்டும் என வலியுறுத்த ஆரம்பித்தன. எனினும் உரோஜர் பேகன் (Roger Bacon), ஜீன் புரிடான் (Jean Buridan), ஒக்ஹாமைச் சேர்ந்த வில்லியம் (William of Ockham), கூசாவைச் சேர்ந்த நிக்கோலஸ் (Nicolas of Cusa) மற்றும் சிலர் கிரேக்க அறிவியல் முறையில் உள்ள குறைகளைச் சுட்டிக் காட்டியுள்ளனர். அவ்வாறு சுட்டிக்காட்டும் போது அவை சர்ச்சின் மதவாதத் தீவிரத்தை மறுத்துப் பேசும் தன்மையுடைய தாகவும், சர்ச்சின் அதிகாரத்தைக் கண்டிக்கும் தன்மை உடையதாகவும் அமைந்தன. (மேலும் விவரங்கள் அடுத்த அத்தியாயத்தில்). அறிவியல் முறையை மேலும் சிறப்பாக்க ஒக்ஹாமைச் சேர்ந்த வில்லியமின் பங்கு குறிப்பிடத்தக்கது. ஓர் இயற்கை நிகழ்வை விளக்க ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட சரியான விளக்கங் கள் கூறப்பட்டால் அவற்றில் எது மிகவும் எளியதோ, நேரடியானதோ, அதனைக் கடைப் பிடிக்க வேண்டும் என்ற இவரின் கருத்து ஒக்ஹா மின் கத்தி (Ockham's razor) என்று அழைக்கப் படுகிறது. இயற்கை சிக்கலானதாக இருந்தா லும், இயற்கையின் விதிகள் எளிமையானவை என்றும் இவர் வலியுறுத்தினார்.

உ) மறுமலர்ச்சி காலம் அல்லது புத்துயிர் காலம்

ஐரோப்பாவில் மறுமலர்ச்சி காலம் 15ஆம் நூற்றாண்டின் தொடக்கத்தில் ஆரம்பித் தது என்று கருதலாம். முதலில் இத்தாலியிலும் இதனைத் தொடர்ந்து ஜெர்மனியிலும், வடக்கு ஐரோப்பிய நாடுகளிலும் மறுமலர்ச்சி காலம் தொடங்கியது. இலக்கியம், கலை மற்றும் அறிவியல் ஆகியவை புத்துயிர்பெறத் தொடங்கின. இலத்தீன் அறிவியல் மொழியாக மாறியது. மானுடத்துடன் (Humanism) அறிவியலை இணைக்க முயற்சிகள் மேற் கொள்ளப்பட்டன. கிரேக்க அறிவியல் நூல்களும் படைப்புகளும் நேரடியாகவோ, அராபிய மொழிபெயர்ப்புகளிலிருந்தோ இலத்தீன் மொழியில் மொழிபெயர்ப்பு செய்யப்பட்டன. காகிதம் தயாரிக்கும் தொழில் நுட்பமும் அச்சுக்கலையும் (printing) மறுமலர்ச்சி யை மேலும் வேகப்படுத்தின. ஐரோப்பிய மாலுமிகள் உலகின் பல்வேறு பகுதிகளை நோக்கி மேற்கொண்ட கப்பல் பயணங்களும், புவியியல் ஆய்வுகளும் மறுமலர்ச்சி காலத் திற்கு மேலும் மெருகூட்டின. செல்வம் பெருகியதால் அறிவும் பெருகியது; புதிய அறிவு பெருகியதால் செல்வம் மென்மேலும் பெருகியது.

மறுமலர்ச்சி காலத்தில் அறிவியல் முறை மென்மேலும் செப்பனிடப்பட்டது. வில்லியம் கில்பெர்ட் (William Gilbert) *(1544 - 1603)* கலிலேயோ (Galileo), டேகார்ட் (Descartes), பிரான்சிஸ் பேகன் (Francis Bacon) போன்ற வர்கள் அறிவியலில் சோதனை முறைகளின் பங்கினை வலியுறுத்தினர். கில்பெர்ட் (1544-1603) காந்தவியலில் தம்முடைய கருத்துக் களை நிரூபிக்கப் பல சோதனைகளைச் செய்தார். கலிலேயோ *(1564-1642)* பின்பற்றிய அறிவியல் முறை (பார்க்க கட்டம் I-1) பிரான்சிஸ் பேகன், டேகார்ட் போன்றோரின் முயற்சிகளால் மேலும் சீராக்கப்பட்டது.

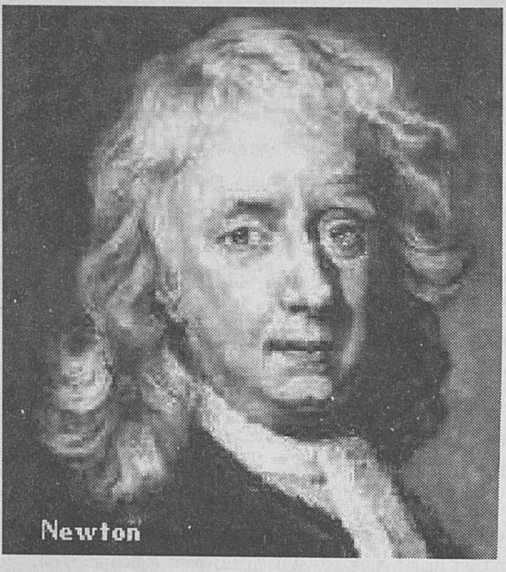
கட்டம் I-1 கலிலேயோவின் அறிவியல் முறை

அறிவியல் அறிஞர்கள் தம்முடைய அறிவியல் பிரச்சனைகளை எவ்வாறு அணுக வேண்டும் என்பதை புரட்சிகரமாக்கியவர் கலிலேயோதான். இயற்பியல் பிரச்சனைகளைத் தீர்க்க கணிதமுறைகளைப் பயன்படுத்த வேண்டும் என்பதை முதலில் வலியுறுத்தியவரும் இவர்தான். உற்றுநோக்கல்கள் மட்டும் போதுமானவை அல்ல; அவற்றைச் சோதனைக்கு உட்படுத்த வேண்டும் என்று அவர் வலியுறுத்தினார். இதனை விளக்க அவர் மேற்கொண்ட ஒரு

சோதனையைப் பற்றி இப்பொழுது பார்ப்போம். வெவ்வேறு எடை கொண்ட இரண்டு பொருட்களை ஒரே உயரத்திலிருந்து கீழே போடும்போது மேற்கொள்ளப்படும் உற்றுநோக்கல் மட்டும் போதுமானதல்ல; அது தவறான கருத்துக்கு வழிகோலும் என்று எண்ணிய அவர், நேரடி சோதனையில் இறங்கினார். வெவ்வேறு எடை கொண்ட இரண்டு பந்துகளை ஒரு சாய்தளத்தின் மேலிருந்து ஒரே சமயத்தில் உருட்டி விட்டு, அவை தரையைத் தொடும் நேரத்தைக் கணக்கிட்டார். சாய்தளத்தின் கோணத்தையும், வெவ்வேறு உயர சாய்தளங்களையும் வைத்து மீண்டும் மீண்டும் சோதனை செய்தார். காற்றின் எதிர்ப்பு விசையை ஒதுக்கிவிட்டால், எல்லா பொருட்களும், எடை மாறினால் கூட, ஒரே உயரத்தில் இருந்து தரையை அடையும் நேரம் ஒன்றுதான் என்று அவருடைய சோதனை முடிவுகள் தெளிவாகக் காட்டின. இந்த சோதனை பின்னால் வெற்றிடத்தில் மீண்டும் செய்யப்பட்டு, கலிலேயோவின் கொள்கை சரியானது என்று நிரூபிக்கப்பட்டது. இச்சோதனை மூலம் அரிஸ்டாடிலின் பொது அறிவு மற்றும் உற்றுநோக்கல் அடிப்படைகளினால் மட்டும் பெற்ற முடிவுகள் தவறானவை என்று நிரூபிக்கப்பட்டது. அதோடு மட்டுமின்றி, அரிஸ்டாடிலே இந்த சோதனையைச் செய்திருந்தால் தன்னுடைய முடிவை மாற்றிக் கொண்டிருப்பார் என்ற கருத்தையும் கலிலேயோ வலியுறுத்தினார். எனவே, எந்த ஒரு அறிவியல் கோட்பாடும் உற்றுநோக்கலுடன் முடிந்து விடாமல், சோதனைக்கு உட்படுத்தப்படவேண்டும்; தொடர்சோதனைகளுக்கு மீண்டும் மீண்டும் உட்படுத்தப்பட வேண்டும்; பலரால் வெவ்வேறு சூழ்நிலைகளில் சரிபார்க்கப்படவேண்டும். இதன் காரணமாகவே ஐன்ஸ்டீன் கலிலேயோவைப் பற்றி பின்வருமாறு குறிப்பிட்டார் : ''அவர் (கலிலேயோ) தற்கால இயற்பியலின் தந்தை; ஏன், தற்கால அறிவியலுக்கே தந்தை''.

அறிவியல் முறையில் இரண்டு வேறுபட்ட அணுகுமுறைகள் புகுத்தப்பட பிரான்சிஸ் பேகனும் (1561 - 1626) ரெனி டேகார்ட்டும் (1596 - 1650) காரணமாக இருந்தனர். 1620ல் பேகன், தற்பொழுது அனுமான தர்க்கம் (inductive logic) என்று அழைக்கப்படும், ஆதியிலிருந்து அந்தத்தை அனுமானிக்கும் (*a posteriori*) முறையை, அதாவது ஆரம்பத்திலிருந்து முடிவை அனுமானிக்கும் முறையை அறிமுகப் படுத்தினார். கலிலேயோ போன்று இவரும் அறிவியல் கொள்கைகளும் கோட்பாடுகளும் சோதனை முடிவுகளின் அடிப்படையில்தான் அமைய வேண்டும் என்று வலியுறுத்தினார். இது தற்பொழுது ''பேகனின் அறிவியல் முறை'' என்று அழைக்கப்படுகிறது. இதன்படி, இயற்கையால் எழுப்பப்படும் வினாக்களுக்கு, ஒரு அறிவியல் அறிஞர் தற்சார்பின்றி, பாரபட்சமின்றி, முன் கருத்து எதுவுமின்றி அந்த இயற்கை நிகழ்வுகள் பற்றி உற்றுநோக்கல், சோதனைகள், விவரங்கள் தொகுத்தல் (data gathering) போன்றவற்றின் அடிப்படையில் விடைகளைக் கொடுக்கவேண்டும்.

பிரான்ஸ் நாட்டைச் சார்ந்த டேகார்ட் 1637ஆம் ஆண்டு வெளியான தன்னுடைய **Discours sur la methode** (= **அறிவியல் முறையைப் பற்றிய விளக்கம்**) என்ற நூலில் உய்த்தறி தர்க்க முறையை (Deductive logical method) விளக்கியுள்ளார். இம்முறைப்படி, ஒருவர் பொதுவான கோட்பாட்டில் ஆரம்பித்து, அதிலிருந்து முடிவை ஊகம் செய்து, அதன்பின் அந்த முடிவை உறுதி செய்ய உற்றுநோக்கலும், சோதனைகளும் செய்ய வேண்டும். இதனை அந்தத்திலிருந்து ஆதியை (அதாவது முடிவிலிருந்து ஆரம்பத்தை) நோக்கி செல்லும் முறை என்று கொள்ளலாம். பொதுவிலிருந்து குறிப்பிட்டதற்கு செல்லும் (from general to particular) முறை என்றும் இம்முறையைக் குறிப்பிடுவர். டேகார்ட் தொடுக்கும் முக்கியமான வினா என்னவென்றால், எப்படி ஒருவருக்கு ஒரு பொருளைப் பற்றி



படம் I.3. ஐசக் நியூட்டன்

முதலிலேயே முழுவதும் தெரிய முடியும்? இவருடைய கருத்துக்கள் டேகார்ட் தத்துவம் என்று (Descartian philosophy) அழைக்கப்படு கிறது.

இவர்களைத் தொடர்ந்து வந்த ஐசக் நியூட்டன் (Isaac Newton) *(பிறந்தது 1642)*, அறிவியல் சிந்தனையையும், முறையையும் புரட்சிகரமாக மாற்றினார். கோள்களின் இயக்கம் உள்பட இயற்கையின் நிகழ்வுகளுக் கெல்லாம், ஒரு எந்திரச் சார்பு கருத்துருவின் (mechanistic concept) அடிப்படையில், முதன் முதலில் இவர் விளக்கமளித்தார். பிரபஞ்சத்தின் எல்லா இயக்கங்களும் ஒரேவிதமான இயக்க விதிகளால் நிர்ணயம் செய்யப்படுகின்றன. கில்பெர்ட், கலிலேயோ, பிரான்சிஸ் பேகன் போன்றவர்கள் வலியுறுத்திய அனுமான தர்க்க முறையையும் டேகார்ட் வலியுறுத்திய உய்த்தறி தர்க்க முறையையும் தகுந்த வகையில் இணைத்து அவற்றோடு கணிதவியல் கருவி களையும் பயன்படுத்தி ஒரு புதியவகை அறிவியல் முறையை உருவாக்கிய பெருமை நியூட்டனுக்கு உண்டு. ஒரு அறிவியல் அறிஞர் வலியுறுத்தும் விதிகளும், முடிவுகளும் உண்மையாக இருக்கும்போது, வேறு எந்த அறிவியல் அறிஞரும் முதல் அறிஞரின் முடிவுகளை எளிதாக விளக்க முடியும்; மேலும், அம்முடிவுகளின் அடிப்படையில் எவரும் இதுவரை பார்க்காத புதிய நிகழ்வுகள் பற்றியும் முன்முடிவுகள் கொடுக்க முடியும் என்றும் நியூட்டன் வலியுறுத்தினார். அவ்வாறு நியூட்டன் கூறிய முன்முடிவுக்கு எடுத்துக் காட்டாக, புவி முழுமையான கோளம் அல்ல என்பதையும், அதன் புவி நடுக்கோட்டுப் பகுதி சற்று பருத்திருக்க வேண்டும் என்பதையும் அவர் வலியுறுத்தியதைக் குறிப்பிடலாம். இந்த ஊகங்கள் பின்னால் அறிவியல் சோதனைகளின் அடிப்படையில் சரியென நிரூபிக்கப்பட்டன. நியூட்டனைப் பற்றி குறிப்பிடும்போது ஐன்ஸ்டீன் பின்வருமாறு கூறுகிறார். ''ஒரு மனிதரில், இவர் (நியூட்டன்) ஒரு பரிசோதனை யாளர், ஒரு கொள்கையாளர், ஒரு எந்திர வல்லுநர், ஒரு கலைஞர் ஆகிய அனைவரையும் ஒன்றாகக் கலந்துள்ளவர். இவருக்கு இணை யானவர் இவர் மட்டும் தான்.''

ஊ) அறிவுஒளி காலம் :

18ஆம் நூற்றாண்டு அறிவுஒளிகாலம் எனப்படுகிறது. இதனை தன்னம்பிக்கைக் காலம் (Age of confidence) என்றும், விவேக காலம் (Age of Reason) என்றும் குறிப்பிடுவர். அறிவியலாலும், மனித விவேகத்தாலும் எந்த பிரச்சனைக்கும் தீர்வு காணமுடியும் என்ற நம்பிக்கையும், உத்வேகமும் இக்காலத்தில் தான் ஏற்பட்டது. இயற்கையின் அடிப்படை உண்மைகளை பண்டைய நூல்களிலிருந்தும் படைப்புகளிலிருந்தும், மதத்தின் அடிப்படை யிலும் தான் பெற வேண்டும் என்ற எண்ணம் மாறி விவேகத்தாலும் அறிவியலாலும் அவற்றை உணர முடியும் என்ற நம்பிக்கையும் இந்த காலகட்டத்தில்தான் ஏற்பட்டது. 18ஆம் நூற்றாண்டின் முடிவில் அறிவியலின் கண்டு பிடிப்புகளையும், வளர்ச்சிகளையும், அவற் றால் ஏற்பட்ட சமுதாய மற்றும் தனி மனித மாற்றங்களையும் எவரும் (முக்கியமாக

ஐரோப்பிய நாடுகளில்) உணர முடிந்தது. இவற்றிற்கெல்லாம் முத்தாய்ப்பாக நடுவில் நின்றது நியூட்டனின் படைப்புகள்தான். ஏனெனில், இயற்கை அதன் விதிகளால் தான் செயல்படுகின்றன என்றும் இவ்விதிகளின் அடிப்படையில் பிரபஞ்சமே இயங்குகிறது என்றும் அவரின் படைப்புகள் மூலம் அறியப்பட்டன. ஆனால், மக்கள், அதிக எண்ணிக்கையில், உலகத்தையும் பிரபஞ்சத்தையும் ஒரு எந்திரமாக நினைக்கத் தொடங்கி விட்டனர்.

எ] நவீனகாலம் :

19ஆம் நூற்றாண்டிலிருந்து அறிவியலின் காலம் நவீனகாலம் எனப்பட்டது. 19ஆம் நூற்றாண்டை அறிவியலின் பொற்காலம் என்றும் குறிப்பிடுவர். அறிவியலில் மிகப் பெரிய, பிரமிக்கத்தக்க முன்னேற்றங்கள் காணப்பட்டன. தொழில்நுட்பத்திற்கு மிகுந்த முக்கியத்துவம் கொடுக்கப்பட்டது. அறிவியல் முறைகளில் பிரச்சனைக்கேற்ப மாற்றங்கள் செய்யப்பட்டன. கொள்கையளவில் (theoretical) மேற்கொள்ளப்படும் அணுகுமுறைகள், உள்ளுணர்வு (intuition), விவேகம், சோதித்தறிதல், கணிதவியல் அணுகுமுறைகள் போன்றவை அறிவியல் பிரச்சனைகளைத் தீர்க்க தனித்தனியாகவோ, இணைந்தோ பயன்படுத்தப்பட்டன. ஒவ்வொரு பிரச்சனைக்கும் அணுகு முறை மாற்றி பயன்படுத்தப்பட்டதால் தீர்வுகள் எளிதாகின. அறிவியல் வளர, வளர ஒரு அறிவியல் அறிஞரான கொள்கை அளவிலேயே (theorist) ஆய்வு செய்பவராகவும், தேர்ந்தாய்தல் செய்பவராகவும் (experimenter) இருத்தல் கடினமாயிற்று. முதல்வகை ஆய்வாளருக்குத் தேவையானவை: ஆழமான, விசாலமான மற்றும் கருத்தியலான (abstract) சிந்தனைத் திறன் பெற்றிருத்தல், தொடர்பற்றது போன்று தென்படும் கருத்துருக்களைத் தொடர்புபடுத்தி ஒன்று சேர்த்தல், அதன்பின், மேற்கூறியவற்றின் அடிப்படையில் முடிவுகளைத் தொகுத்தல் மற்றும் பொருள் கொள்ளுதல் (interpret) போன்றவை.

19ஆம் நூற்றாண்டில் அறிவியலின் வரலாற்றில் முதன்முறையாக ஏற்பட்ட குறிப்பிடத்தக்க மாற்றம் அறிவியல் அறிஞர்களின் நிலைமைதான். அவ்வாறு அறிவியலையே தொழிலாக மேற்கொள்ள ஒருவருக்கு ஒரு குறிப்பிட்ட அறிவியல் துறையில் நிபுணத்துவம் பெற முறைமையான பயிற்சி தேவைப்பட்டது. மேலும், பொதுவான அறிவியல் துறைகளின் அபரிமித வளர்ச்சியால் அவை மென்மேலும் பிரிவடைந்து தனித்தனி துணைத் துறைகளாக மாறின. 19ஆம் நூற்றாண்டில் தனித்தனியாக திகழ்ந்த பல அறிவியல் கொள்கைகள் ஒன்றாகத் தொகுக்கப்பட்டன. தனித்தனி கொள்கைகளால் விளக்கப்பட்ட பல்வேறு இயற்கை நிகழ்வுகள் அனைத்தையும் ஒருசேர விளக்கும் வகையில் கொள்கைகள் உருவாக ஆரம்பித்தன. எடுத்துக்காட்டாக ஒளி, மின்சாரம், காந்தம் ஆகியவற்றை ஒன்றாக விளக்க மின்-காந்தக் கதிர்வீச்சுக் கொள்கை (Electromagnetic radiation theory) உருவாக்கப்பட்டது.

20ஆம் நூற்றாண்டில் அறிவியல் ஆய்வுகள் அதிக அளவில் கூட்டு முயற்சியாக மாறின. தனியான நபர்களால் பல அறிவியல் பிரச்சனைகளுக்குத் தீர்வு காண முடியவில்லை. ஒவ்வொரு அறிவியல் அணியிலும் கொள்கையளவு ஆய்வாளர்கள் (theoreticians), கணிதவியல் நிபுணர்கள், தேர்ந்தாய்தல் நிபுணர்கள், தொழில்நுட்பாளர்கள் (technicians) போன்றவர்கள் ஒன்றுசேர்ந்து அவர்களது கூட்டு ஆய்வினால் அறிவியல் உண்மைகள் வெளிவரலாயின. இன்று உலகத்தில் உள்ள அறிவியல் அறிஞர்களின் எண்ணிக்கை, அறிவியலின் வரலாற்றுக் காலம் முழுவதும் இருந்த அனைத்து அறிவியல் அறிஞர்களின் எண்ணிக்கையை ஈடுசெய்யும் அளவு உள்ளது.

3) அறிவியல் அறிஞர்கள்

அறிவியலின் வரலாற்று காலத்தில் அறிவியல் சிந்தனையும், முறையும் மாறி

யிருந்தாலும், அறிவியல் அறிஞர்களிடையே எந்தவித மாற்றமும் காணப்படவில்லை. அறிவியல் பற்றிய கேலிப்படங்களில் (cartoons), பொதுவாக ஓர் அறிவியல் அறிஞர் வெண்மை நிற அங்கியுடன் அடி மூக்கின்மேல் அணியப் பட்ட மூக்குக் கண்ணாடியுடன் வரையப்பட்டி ருப்பார். எனினும் இது அவர்களைப் பற்றிய சரியான நிலையை எடுத்துக்காட்டவில்லை. முந்தைய மற்றும் தற்போதைய அறிவியல் அறிஞர்கள், ஆண்களோ, பெண்களோ, நம் எல்லோரையும் போன்ற சாதாரண மனிதர்களே; இவர்கள் எல்லா இனத்திலிருந்தும், எல்லா உருவத்திலும், மூக்குக் கண்ணாடி அணிந்தோ அணியாமலோ, வந்திருக்கின்றனர். சாதாரண மனிதர்களிடம் காணப்படும் எல்லாவகையான வேறுபாடுகளையும் அறிவியல் அறிஞர் களிடமும் காணலாம். குணம், நடத்தை, மனோபாவம், வளர்ப்பு போன்றவற்றில் சாதாரண மனிதர்களிடம் காணப்படும் அத்தனை வகைகளையும் அறிவியல் அறிஞர் களிடமும் காணலாம். அவர்கள் பல்வேறு சமுதாய மற்றும் பொருளாதார மட்டத்தி லிருந்தும் வந்துள்ளனர். ஆனால் இவர்கள் எல்லோரிடமும் பொதுவாக இருப்பது அறிவியல் மனோபாவமும், சிந்தனையும்தான்; இவர்கள் அனைவருமே தாமும் தவறு செய்யக் கூடியவர்கள் தான் என்பதை உணர்ந்தவர்கள்.

வானியல் நிபுணர் நிக்கோலஸ் கோபுர் னுகஸ் (Nicolaus Copernicus), பாரம்பரவியல் தந்தை கிரிகார் யோகான் மெண்டல் (Gregor Johann Mendel), மருத்துவர் மைக்கேல் சர்வீடஸ் (Michael Servetus) போன்றவர்கள் கிறித்துவப் பாதிரியார்களாகத் திகழ்ந்துள்ளனர். லூயி டி ப்ரோக்லீ (Louis de Broglie) (ஒளியின் இரட்டைத் தன்மையை நிரூபித்தவர்) ஒரு நாட்டின் சிற்றரசர். பெஞ்சமின் ஃபிராங்க்ளின் (Benjamin Franklin) (மின்னியலில் நிபுணர்) அமெரிக்கா வின் தபால்துறைத் தலைவராக இருந்தவர்; அமெரிக்க சுதந்திர பிரகடனத்தை எழுதித் தயாரித்து கையெழுத்திட்டவர்; அமெரிக்க அரசியல் சட்டத்தை உருவாக்கியவர். ஜோசப் பிரீஸ்ட்லி (Joseph Priestley) பல வாயுக்களைக் கண்டுபிடித்தவர்; இவர் பிரிட்டனில் மந்திரி யாக இருந்தவர். ஜான் டால்டன் (John Dalton) (அணுக்கொள்கையை உருவாக்கியவர்) ஒரு அரசாங்க அதிகாரியாக (தினந்தோறும் வானிலையைக் குறிப்பவராக) பணியாற்றி யவர்.

ஒரு சில அறிவியல் அறிஞர்கள் மிகப் பெரும் செல்வவான்களாகத் திகழந்தவர்கள். டைகோ பிராஹே (Tycho Brahe) என்ற மிகச் சிறந்த வானியல் நிபுணரும், ஹென்றி காவண்டிஷ் (Henry Cavendish) என்ற வாயு நிபுணரும் (ஹைட்ரஜனைக் கண்டுபிடித்தவர்; நீர் ஹைட்ரஜன் மற்றும் ஆக்ஸிஜன் கலவையால் ஏற்படுகிறது என்பதை நிரூபித்தவர்) இவர் களில் அடங்குவர். மிக ஏழ்மையானவர்களும் தம்முடைய விடாமுயற்சியால் அறிவியலில் சாதனை செய்துள்ளனர். சினிமா, மின்சார விளக்கு போன்ற எண்ணற்ற மின் சாதனங்களை உருவாக்கிய தாமஸ் ஆல்வா எடிசனும் (Thomas Alva Edison) (இவர் இரயில் வண்டியில் செய்தித்தாள்கள் விற்றவர்), இந்தியாவின் மிகச் சிறந்த கணிதவியல் நிபுணரான சீனிவாச இராமானுஜனும் (Srinivasa Ramanujan), மின்காந்தவியல் நிபுணரான மைக்கேல் ஃபாரடேயும் (Michael Faraday) (புத்தகம் தைப்பவராக வாழ்க்கையைத் தொடங்கியவர்) மிக ஏழ்மையான குடும்பத்தைச் சேர்ந்தவர்கள். ஒரு சில அறிவியல் அறிஞர்கள் திருடர்களாக வும் செயல்பட்டுள்ளனர். மிகச் சிறந்த மனித அறுவை சிகிச்சை நிபுணரான வெசேலீயஸ் (Vesalius) கல்லறைகளிலிருந்து பிணங்களையும், எலும்புக் கூடுகளையும் திருடி அவற்றில் மேற்கொண்ட ஆய்வுகள் மூலம் மனித உடலின் உள் அமைப்பைப் பற்றி உலகத்திற்கு உணர்த்தி னார். ஒரு சமயம் அவர் ஒரு குற்றவாளியின் எலும்புகளைத் திருடி தன்னுடைய படுக்கைக்கு அடியில் மறைத்து வைத்திருந்தார். அவர் வாழ்ந்த காலத்தில் மனித உடலை அறுப்பது சர்ச்சினால் தடை செய்யப்பட்டிருந்தது என்பது குறிப்பிடத்தக்கது.

பல அறிவியல் அறிஞர்கள் இளம் வயதிலேயே மேதாவிகளாக இருந்துள்ளனர். டைகோ பிராஹு தன்னுடைய 13ஆம் வயதிலேயே பல்கலைக்கழகத்தில் சேர்ந்தவர். ஒளியின் அலைத் தன்மையை முதலில் உணர்த்திய தாமஸ் யங் (Thomas Young) தன்னுடைய இரண்டாவது வயதிலேயே படிக்கத் தொடங்கி, 6ஆம் வயதிற்குள் பைபிளை இருமுறை படித்து முடித்தவர்; பெர்சியன், ஸ்வாஹிலி (Swahili) உள்பட 12 மொழிகளில் வல்லுநர். இரிச்சர்டு ஃபெய்ன்மான் (Richard Feynmann) என்ற துகள் இயற்பியல் (Particle Physics) பேராசிரியர் (நோபல் பரிசு பெற்றவர்) பல துறைகளில் சிறப்பு பெற்ற மேதையாவார். ரேடியோ, பூட்டுகள் போன்றவற்றைச் சரிசெய்யும் கலையை அறிந்தும், போர்சுகீசிய மொழியில் புலமை பெற்றும், மாயன் (Mayan) சித்திர எழுத்துகளுக்குப் பொருள் கண்டுபிடித்தும், போங்கோ (Bongo) விளையாட்டு நிபுணராகவும் திகழ்ந்தவர். இவர் சிறந்த படைப்பாளியும் கூட. தன்னுடைய சுயசரிதையை புத்தக வடிவில் கொண்டு வந்தவர் (You are joking Mr. Feynmann என்ற தலைப்பில்).

பல அறிவியல் அறிஞர்கள் தம்முடைய இளம் வயதில் படிப்பிலும் அறிவிலும் மிக மிகச்சாதாரணமானவர்களாக திகழ்ந்து, பின்னர் தான் மலர்ந்துள்ளனர். நியூட்டனை இதற்கு சிறந்த எடுத்துக்காட்டாகக் கருதலாம். 23 வயது வரை அவரின் திறமை கேம்பிரிட்ஜ் பல்கலைக் கழகத்தில் வெளிப்படவில்லை. கிரிகார் மெண்டல் தம்முடைய கல்லூரித் தேர்வுகளில் இருமுறைத் தோற்றவர்; இதனால் மனநோய் நிலைக்குத் தள்ளப்பட்டவர். பரிணாமக் கொள்கையை முதலில் உருவாக்கிய இலமார்க் (Lamarck) பள்ளியை விட்டு ஓடிப்போய் ஜெர்மன் நாட்டு ஆயுதப்படையில் சேர்ந்தவர். உயிரின வகைப்பாட்டியலின் தந்தையான இலின்னேயஸ் (Linnaeus) அடிக்கடி தன்னுடைய இறையியல் மற்றும் மருத்துவப்படிப்பு வகுப்புகளுக்குச் செல்லாமல் இயற்கையைப் படிக்க விழைந்தவர். ஆல்பெர்ட் ஐன்ஸ்டீன் இளம்வயதில் அடங்காத மாணவராகத் திகழ்ந்தார் (Epitome of a complete rebel) அவருடைய வகுப்பில் வித்தியாசமானவராக வும் தனித்தன்மையுடைவராகவும் இருந்தார். ஆசிரியர்களின் கண்டிப்பும் அடக்கியாளும் குணமும் அவருக்குப் பிடிக்கவில்லை. இவரால் முழுவகுப்பும் கெட்டுப் போகிறது என்று இவருடைய ஆசிரியர் இவரை 15வது வயதில் பள்ளியை விட்டு வெளியேறுமாறு கட்டளை யிட்டார். இந்த வாய்ப்பைப் பயன்படுத்திக் கொண்டு உடல் நிலையைக் காரணங்காட்டி பள்ளியை விட்டு ஐன்ஸ்டீன் வெளியேறி விட்டார். சுவிட்சர்லாந்தின் ஜுரிச் (Zurich) நகரிலுள்ள Federal Institute of Technology யில் இவர் சேர முற்பட்டபோது, அதன் நுழைவுத் தேர்வில் இருமுறை தோற்றுப்போனார். (பின்னால் இந்நிகழ்ச்சியைப் பற்றி எழுதிய வர்கள் ''ஐன்ஸ்டீன் அந்த கல்வி நிலையத்தை தோற்றுப் போக வைத்தார்'' என்று குறிப்பிட் டுள்ளனர் (He failed the Institute). எனினும் 17ஆம் வயதில் இந்தக் கல்வி நிலையத்தில் அவர் சேர்ந்து பட்டம் பெற்றார். இங்கும் அவர் ஆசிரியர்களின் கண்டிப்பை வெறுத்தார் என்பது குறிப்பிடத்தக்கது. இதே கல்வி நிலையத்தில் முனைவர் பட்டம் பெற அவர் சமர்ப்பித்த வெப்ப இயக்கவியல் (thermodynamics) தொடர் பான ஆய்வேடு (thesis) நிராகரிக்கப்பட்டது என்பதும் குறிப்பிடத்தக்கது.

அறிவியல் அறிஞர்களின் மனோ பாவமும் வெவ்வேறு வகையில் இருந்தது. டைகோ பிராஹீ மிகவும் கோபக்காரர். மற்றவருடன் எப்பொழுதும் சண்டையிடுவார். ஒரு சமயம் அவர் சண்டையிடும்போது எதிராளி அவருடைய மூக்கின் ஒரு பகுதியைக் கத்தியால் அறுத்து விட்டான். கடைசிவரை கிழிந்த மூக்கை ஒரு உலோகத் தகடால் இணைத்து வாழ்ந்தவர். தற்பெருமையும் இறுமாப்பும் கொண்டவராகத் திகழ்ந்தவர். ஹென்றி காவண்டிஷ் மிக விசித்திர குணமுடைய அறிவியல் அறிஞர் ஆவார். மிகவும் செல்வந்த

ரான இவர் ஏழைகளின் பார்வை கூட தன்மேல் படக்கூடாது என்பதில் பிடிவாதமாக இருந்தவர். ஒரு சமயம் தன்னுடைய மாளிகையில் நுழையும்போது, அவர் வீட்டு வேலைக்காரி அவருடைய கண்ணில் பட்டுவிட்டார். உடனே வேலைக்காரர்கள் சென்று வருவதற்காக தன்னுடைய மாளிகையில் தனியாக (தன் கண்ணில்படாத வகையில்) ஒரு பாதையையும் மாடிப்படிகளையும் கட்டினார். நியூட்டன் தன்னுடைய சக அறிவியல் அறிஞர்களான இராபெர்ட் ஹூக் (Robert Hooke), ஹூகன்ஸ் (Huygens), இலெய்ப்னிஸ் (Leibniz), ஃபிளம்ஸ்டிட் (Flamsteed) போன்றவர்களுடனும், சக ஊழியர்களுடனும் இயல்பாகவும் சுமுகமாகவும் இருந்ததேயில்லை; மிகவும் தற்பெருமையும் கர்வமும் கொண்டவராக இருந்தார். தேவையற்ற சண்டைகளிலும் சர்ச்சைகளிலும் தான் ஈடுபட்ட தோடல்லாமல் மற்றவர்களையும் தன்னுடன் ஈடுபடத் தூண்டினார். இதற்குக் காரணம் அவர் சிறுவயதிலிருந்தே தனிமைப்படுத்தப்பட்டதுதான். ஹம்ஃப்ரி டேவி (Humphrey Davy) மிகவும் பொறாமை கொண்ட அறிவியல் அறிஞர். தன்னுடைய மாணவரான மைக்கேல் ஃபாரடே மிகவும் நல்ல ஆய்வாளராக மாறியதில் அவருக்கு வெறுப்பு ஏற்பட்டு, இலண்டன்Royal Society யில் ஃபாரடேயின் பெயரை சங்க உறுப்பினராகத் (fellowship) தேர்ந்தெடுக்க பரிந்துரை செய்யப்படுவதை எதிர்த்தார். (ஃபாரடே இந்த எதிர்ப்பையும் மீறி சங்க உறுப்பினராக சேர்க்கப்பட்டார் என்பது குறிப்பிடத்தக்கது)

பல அறிவியல் அறிஞர்கள் திருமணம் செய்யாமலேயே இருந்தனர். இதனால் அவர்களுடைய மனோபாவத்தில் குறிப்பிடத்தக்க மாற்றங்கள் ஏற்பட்டன. நியூட்டனும், டால்டனும் இதற்குச் சிறந்த எடுத்துக்காட்டுகளாவர். டால்டனை ஏன் திருமணம் செய்து கொள்ளவில்லை என்று வினவியபோது அவர்கூறிய பதில்: ''எனக்குத் திருமணம் செய்ய நேரம் இல்லை. என்னுடைய தலை (மூளை) முழுவதும் முக்கோணங்கள், வேதியல் நிகழ்வுகள், மின் சோதனைகள் போன்றவற்றின் சிந்தனைகளால் நிரம்பியுள்ளது. எனவே திருமணம் என்ற முட்டாள்தனத்தைப் பற்றிய எண்ணம் ஏற்படவில்லை'' என்பதாகும். திருமணம் ஆன அறிவியல் அறிஞர்கள் பலர் நிம்மதியற்று வாழ்ந்ததும், வாழ்க்கையில் கசப்பினை உணர்ந்ததும் குறிப்பிடத்தக்கது. யோகான்னஸ் கெப்லர் (Johannes Kepler) (கோள்களின் இயக்க விதிகளை உருவாக்கியவர்), கிளாட் பெர்னார்ட் (Claude Bernard) ஆகியோர் இதற்குச் சிறந்த எடுத்துக்காட்டுகள். பெர்னார்டை அவரது மனைவியும் இரண்டு மகள்களும் வெறுத்தனர்; இதனால் அவருக்குப் பெருத்த பணத்தட்டுப்பாடும் குடும்பப் பிரச்சனைகளும் ஏற்பட்டன. அவர் ஒருமுறை அறிவியல் பற்றி குறிப்பிடும்போது தன்னுடைய கசப்பான குடும்ப வாழ்க்கையைப் பற்றி மறைமுகமாக இவ்வாறு கூறினார்: ''அறிவியல் மிகவும் ஒளியூட்டப்பட்ட ஒரு மன்றமாகும். ஆனால் இந்த மன்றத்தை அடைய ஒருவர் நீண்ட கோரமான சமையலறையைத் தாண்டி வரவேண்டியிருக்கும்''.

பல அறிவியலறிஞர்கள் மிகவும் மென்மையானவர்களாகத் திகழ்ந்தனர். பலராலும் ஒப்புக்கொள்ளப்பட்ட அணுவின் உருமாதிரியைக் கொடுத்த நீல்ஸ் போர் (Niels Bohr) எல்லோராலும் ''மென்மையான டேன்'' (= டென்மார்க் நாட்டவர்) என்றழைக்கப்பட்டார். எப்பொழுதுமே மலர்ந்த முகமுடையவராகவும் நகைச்சுவை உணர்வுடையவராகவும், வசீகரமானவராகவும் திகழ்ந்தார். டைகோ பிராஹீ போன்ற சிலர் மதுவுக்கு அடிமையானவர்கள். டைகோ பிராஹூ படோடோபமாக வாழ்ந்தவர்; அதிகமாக பீர் குடித்ததால் குடலும், கல்லீரலும் அழிந்து இறந்தார். வேதியியல் மருந்துகள் மூலம் மனித நோய்களைத் தீர்க்க முடியும் என்று உலகுக்கு உணர்த்திய பால் எர்லிக் (Paul Ehrlich) சுருட்டுக்கு அடிமையானவர்; எப்பொழுதும் வாயில் சுருட்டு பற்றவைத்து ஊதும் பழக்கம் உடையவர்.

தாமஸ் ஆல்வா எடிசனுக்கு அறிவியலில் அதிக ஆர்வம் கிடையாது; ஆனால் அறிவியலைப் பயன்படுத்தி மக்களுக்கு நன்மைகள் செய்வதில் தீவிர ஆர்வம் உடைய வர். இரயிலில் பத்திரிகைகள் விற்பவராக வாழ்வை ஆரம்பித்த இவர், தான் சேர்த்த பணத்தை வேதியப் பொருட்கள் வாங்குவதிலும் சிறுசிறு அறிவியல் உபகரணங்கள் வாங்குவதிலும் செலவிட்டார். தான் வந்து செல்லும் இரயிலின் பயணப் பொருட்கள் வைக்கும் பகுதியில் ஒரு சிறிய சோதனைச் சாலையை நிறுவி சோதனைகள் மேற் கொண்டார். ஒருசமயம் இவர் செய்த வேதியச் சோதனையின் விளைவாக அந்த இரயில் பெட்டியே தீப்பிடித்து வெடித்தது. எடிசன் அவருடைய பரிசோதனைப் பொருட்களுடன் இரயிலில் இருந்து அடுத்த இரயில் நிலையத்தில் தூக்கியெறியப்பட்டார்.

ஒரு சில அறிவியல் நிபுணர்கள் தீர்க்க முடியாத நோயினால் பாதிக்கப்பட்டிருந்தனர். டால்டன் நிறக்குருடர்; அவரால் நிறங்களைப் பார்க்க முடியாது. வானியல் நிபுணரான ஸ்டீவன் ஹாக்கிங் (Stephen Hawking) லோ கேரிக் (Lou Gehrig) என்ற இளம்பிள்ளைவாதம் போன்ற நோய்க்கு உட்பட்டவர். DNA அமைப்பை கண்டுபிடிக்க உதவிய படிகவியல் (Spectroscopy) நிபுணர் உரோசலிண்ட் ஃபிராங்ளின் (Rosalind Franklin) புற்று நோயால் பாதிக்கப்பட்டவர். ஃபிராயின்ஹாஃபர் (Fraunhofer) என்ற நிறநிரலியல் (spectroscopy) நிபுணர் காசநோயினால் சிறுவயதிலேயே இறந்தார். சீனிவாச இராமானுஜமும், மாக்ஸ்வெல்லும் (Maxwell) சிறுவயதிலேயே இறந்தவர்கள்.

பல அறிவியல் நிபுணர்கள் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட துறைகளில் பாண்டித்தியம் பெற்றவர்களாகத் திகழ்ந்தனர். பாராசெல்சஸ் (Paracelsus) என்ற வேதியத்துறை நிபுணர் அதிமேதாவி, கோணல்புத்தியுடையவர் (Cranky), மனிதாபிமானம் உடையவர், மறைஞானி, மருத்துவச் சீர்திருத்தவாதி, அறப்போர் வீரர் மற்றும் ஒரு நல்ல ஆசிரியர். டிமித்ரி மெண்டலேவ் (Dmitry Mendeleyev) (தனிமப் பட்டியல் அட்டவணையை (periodic table) உருவாக்கியவர்) பலூன்களில் பறப்பதில் மிகவும் ஆர்வமுடையவர். வில்லியம் ஹெர்ஷல் (William Herschel) மிகச்சிறந்த வானியல் நிபுணர் மட்டுமின்றி, சிறந்த இசைஞானியும் ஆவார். கோபுர்னுகஸ் சிறந்த வானியல் அறிஞர்; சர்ச் சட்டத்திலும் (Canon Law) வல்லவர். நோபல் பரிசு பெற்ற அறிவியல் அறிஞர்கள் பலரின் வாழ்க்கை வரலாற்றை ஆராய்ந்தபோது பெரும்பான்மையோர் தங்கள் துறையைத் தவிர வேறொரு அல்லது ஒன்றுக்கும் மேற்பட்ட துறைகளில் வல்லவர்களாக இருந்தது தெரிய வருகிறது.

II

அறிவியலைப் பாதித்த காரணிகள்

1) முன்னுரை

அறிவியல் தனிமையில் வளரவில்லை; தனிமையில் பரிணாமம் அடையவில்லை. மக்களிடையேயும், சமுதாயத்திற்குள்ளேயும் தான் அறிவியல் வளர்ந்தது. சமுதாய மற்றும் அரசியல் அழுத்தங்களுக்கு அது உட்படுத்தப்பட்டது. பொருளாதாரப் பிரச்சனைகளும் அறிவியலைப் பாதித்துள்ளன. இவையனைத்தையும் தவிர, தனி மனிதர்கள், முக்கியமாக அறிவியல் அறிஞர்கள், அறிவியலையும் அதன் பாதை யையும் மாற்றியதில் பெரும்பங்கு வகித்திருக்கிறார்கள். இந்த அத்தியாயம் அறிவியலின் வரலாற்றில் அதனைப் பாதித்த பல்வேறு காரணிகளைப் பற்றி விவரிக்கிறது.

2) மதவாதம்

மனித நாகரிகங்கள் தோன்றுவதற்கு முன்பே மனிதர்கள் தம்மைச் சூழ்ந்துள்ள இயற்கையைப் பற்றியும் இயற்கையின் நிகழ்வுகள் பற்றியும் ஒரு சில அடிப்படையான வினாக்களை எழுப்பி இயற்கையைப் புரிந்து கொள்ள முயன்றுள்ளனர். இவற்றிற்கான ஆரம்பகால பதில்கள் ஆவிகளின் (spirits) (ஆவிகள் பல்வேறு பெயர்களில் அறியப்பட்டன) அடிப்படையிலேயே அமைந்திருந்தன.

ஆவிகளைப் பார்க்க முடியாவிட்டாலும், அவை இயற்கையில் எங்கும் காணப்பட்டன என்று அவர்கள் நம்பினர். மண், கற்கள், மேகங்கள், காற்று, நீர், மழை, சூரிய ஒளி போன்றவற்றில் ஆவிகள் இருப்பதாகக் கருதப்பட்டன. ஆவிகள் மகிழ்ச்சி, கோபம், வருத்தம் மற்றும் பொறாமைகூட அடையலாம் என்று நம்பப்பட்டது. அவை கோபம் அடைந்தபோது மக்களைத் தண்டிக்க எண்ணி, ஆற்றில் வெள்ளத்தையோ, எரிமலைக் கக்கலையோ, பூகம்பத்தையோ, சூறாவளிக் காற்றையோ உண்டாக்கின. ஆவிகள் மகிழ்ச்சி அடைந்த போது மேகங்கள் மழையைப் பொழிந்தன. இவ்வாறு, இயற்கையின் அனைத்து நிகழ்வுகளுமே ஆவிகளின் அடிப்படையில் ஏற்படுவதாக நம்பப்பட்டன. இதன் காரணமாக, நோய்களைக் குணமாக்க, வறட்சியை

முடிவுகட்ட, வெள்ளத்தைக் குறைக்க, போர்களை வெல்ல போன்ற பல செயல்களுக்குச் சுமுகமான தீர்வுகள் காணும் பொருட்டு மக்கள் தம்மைச் சுற்றியுள்ள இயற்கையை வசீகரிக்க ஒருசில நடைமுறைகளைக் கடைப்பிடிக்க ஆரம்பித்தனர். மாய சக்திகள் மற்றும் ஆன்மீகம் ஆகியவற்றின் உதவிகொண்டோ, மாயத் திரவங்கள் (Potions) அல்லது மந்திரங்களை (incantations) பயன்படுத்தியோ ஆவிகள் அல்லது கடவுள்களை வசீகரிக்க முயன்றனர்; கடவுளுக்குப் பலிகள் கொடுத்தனர். எதிர்பாராத விதமாக, இந்தச் செயல்முறைகள் சில நேரங்களில் பயன் தருவது போன்று தோன்றும். அச்சமயங்களில் ஆவி அல்லது கடவுள் இருப்பதும் அவற்றின் வார்த்தைகளும் வலியுறுத்தப்படுவது போன்று அமையும். இச்செயல் முறைகள் பயன்தராதபோது, மக்கள் தாங்கள் கடைப்பிடித்த வசீகரச் செயல்முறைகள் தவறானவைகளாக அமைந்துவிட்டன என்று கருதினார்களே ஒழிய ஆவிகள் / கடவுள்களின் மேல் இருக்கும் நம்பிக்கையை மாற்றிக் கொள்ளவில்லை (பார்க்க கட்டம் II - 1)

கட்டம் II - 1 மாயாஜாலமும் சூனியமும்

சூனியத்திலும் மாயாஜாலத்திலும் நம்பிக்கை கொண்டிருப்பது வரலாற்றுக்கு முந்தைய காலத்திலிருந்தே இருந்து வந்திருக்கிறது. பாபிலோனியாவை மாயாஜாலம் அடைந்தது அதன் நாகரிகம் பற்றிய வரலாற்றுச் சான்றுகள் கிடைப்பதற்கு முன்னமே என்பது தெளிவாகிறது. எனினும் பாபிலோனியாவில் தான் மாயாஜாலம் மிகவும் வலுவான நிலையைப் பெற்றது. முதலில் மதச் சடங்குகளும் மாயாஜால வழிபாட்டு வெறி மரபுகளும (Cults) தோன்றின. பின்பு மதவாத கருத்துக்களும் புராணங்களும் இந்தச் சடங்குகளையும் வழிபாட்டு முறைகளையும் விளக்குவதற்காக தோன்றின. பாபிலோனிய மாயாஜாலம் அதனை நம்பி கடைப்பிடித்தவர்களுக்கு உணர்த்திய முக்கிய போதனை என்னவென்றால் கடவுள்கள் பொதுவாக மனிதர்களுக்கு எதிரிகள் என்ற கருத்துதான். அவர்களின் கருத்துப்படி மாந்தரீகமும், கொடியதன்மையும் பகைமைக் கடவுள்களை குறிக்கும். இந்தவிதமான கருத்துக்களின் அடிப்படையில்தான் ஆரம்பகால மதமும் இயற்கை அறிவியலும் தோன்றியிருக்க வேண்டும். ஆனால் சர்ச் தன் கீழ் உலகத்தை (அதாவது ஐரோப்பிய நாடுகளை) கைப்பற்றியபோது, மாயாஜால வழிபாட்டு மரபுகளும் மற்ற சூனியமுறைகளும் நம்பிக்கையின்மை கொள்கையின் (Paganism) எச்சமாகவே (relics) நுண்ணறிவுடைய மனிதர்களால் கொள்ளப்பட்டன. இதனால் அவற்றைக் கண்டு அவர்கள் பயமடையவில்லை. மதகுரு போனிஃபேஸ் (Saint Boniface) (680-755 CE), சூனியமும் மாயாஜாலமும் சாத்தானின் தந்திரங்கள் என்று கருதினார். சார்லமாக்னே (Charlemagne) என்ற அரசனின் சட்டங்கள் சூனியத்தைக் கடைப்பிடிப்பவர்கள் என்று நிரூபிக்கப்பட்டவர்களுக்கு மரணதண்டனையை விதித்தன.

ஆனால் இடைக்காலத்தில் சாத்தான் மிகவும் முக்கியத்துவம் பெற்றவனாக்கப்பட்டான். மாந்தரீக வழிபாட்டு மரபுகள் மீண்டும் எழுந்தன. ஒடுக்கப்பட்டவர்களின் கடவுளாக சாத்தான் மாறினான். சர்ச்சும் சூனியத்தை ஒரு பாவமாகத்தான் கருதியதே ஒழிய, சர்ச்சின் மதவாதத்திற்கு எதிரான செயலாகக் (heresy) கருதவில்லை. மதகுரு யுக்வினஸ் (Saint Aquinas) சர்ச் ஏன் சூனியத்தை மதவாதத்திற்கு எதிரான ஒன்றாகக் கருதவில்லை என்பதற்கும் அதை ஏன் பாவமாக மட்டும் கருதியது என்பதற்கும் தகுந்த விளக்கங்களைக் கொடுத்தார். போப் எட்டாம் இன்னொசென்ட் (Innocent VIII) 1484ஆம் ஆண்டில், சாத்தானின் மேலோ, குட்டிச்சாத்தான்களின் மேலோ (Satan or his demons) நம்பிக்கை கொண்டுள்ள ஒருசிலருக்குச் சர்ச்சின் அங்கீகாரத்தைக் கொடுத்தார்.

சூன்யக்காரர்களும், மந்திரவாதிகளும் தங்களுடைய ''கலையை'' மேற்கொள்வதற்கும் அங்கீகாரம் கொடுத்தார். எனினும் பிராடஸ்டண்ட்டுகளும் (Protestants), கத்தோலிக்கர்களும் (Cathelics) ஒருசில ஐரோப்பிய நாடுகளில் சூனியத்தையும் மாந்திரீகத்தையும் எதிர்த்தனர். சூனியக்காரர்களையும் மந்திரவாதிகளையும சித்திரவதை செய்தனர். சில சமயங்களில் பாவமன்னிப்பு கேட்காதவர்களை எரித்துக் கொன்றனர். அந்த நாடுகளின் சர்ச்சுகளும் சூனியக்காரர்களிடம் பாவமன்னிப்பு பெறுவதற்கு எந்த முறையையும் பின்பற்றலாம் என்று உத்தரவு பிறப்பித்தன. இக்கால கட்டத்தில் சூனியக்கலை பற்றிய பல படைப்புகளும் தோன்றின.

இடைக்காலத்திற்குப் பின்பு சூனியத்தில் நம்பிக்கை குறைய ஆரம்பித்தது. அறிவியலின் ஆதிக்கமும், பகுத்தறிவு வாதமும் இதற்கு முக்கியக் காரணங்கள். எனினும், சூனியமும் மாயாஜாலச் செயல்களும் இன்றும் பல இடங்களில் கடைபிடிக்கப்பட்டு வருகிறது. முக்கியமாக பழங்குடியினங்கள் இருக்கும் பகுதிகளிலும் கிராமப்புறங்களிலும் இது இன்றும் பரவிக் காணப்படுகிறது. அதிக எண்ணிக்கையில் சூனியத்தை அடிப்படையாக வைத்து தயாரிக்கப்படும் திரைப்படங்களும், நூல்களும் வருவது, இன்னமும் பலர் சூனியத்தில் மாறாத நம்பிக்கையைக் கொண்டுள்ளனர் என்பதையே குறிக்கிறது. மூடநம்பிக்கையை அறிவியல் இன்னும் முழுவதும் களையவில்லை என்பதே உண்மை நிலை.

இத்தகைய சூழ்நிலையில், ஏறத்தாழ 3000 ஆண்டுகளுக்கு முன்பு, கிரேக்கத்தில் அறிவியல் எழத் தொடங்கியது. மற்ற பண்டைய மக்கள் போன்றே, கிரேக்கர்களிடமும் புராணங்கள் (mythology) இருந்தன. அவற்றில் ஆண், பெண் கடவுள்கள் மற்றும் ஆவி உலகினர்கள் காணப் பட்டனர். ஆனால், உலகில் அப்பொழுது வாழ்ந்த மற்ற நாகரிகங்களைச் சேர்ந்த மக்களை விட கிரேக்கர்கள் மாறுபட்ட சிந்தனைகளைக் கொண்டிருந்தனர். அவர்களின் சிந்தனைப்படி கடவுளர்களும் தவறு செய்யக் கூடியவர் கள்தான்; நாம் நினைக்கும் அளவிற்குச் சக்திவாய்ந்தவர்கள் அல்லர்; எல்லாவற்றையும் அறிந்தவர்களும் அல்லர். எனினும் எந்தெந்த இயற்கை நிகழ்வுகளுக்கெல்லாம் தகுந்த விளக்கங்கள் இல்லையோ அவற்றிற்கெல்லாம் கிரேக்கர்களும் இயற்கைக்கு அப்பாற்பட்ட விளக்கங்களைப் பயன்படுத்தத் தயங்க வில்லை. அறிவியல் தத்துவ அறிஞர்களையும், பகுத்தறிவாளர்களையும் தவிர மற்ற கிரேக்கர் கள் இயற்கைக்கு அப்பாற்பட்ட ஆவிகளிலும் கடவுள்களிலும் மிகுந்த நம்பிக்கையை பெற்றிருந்தார்கள் என்பது குறிப்பிடத்தக்கது. எடுத்துக்காட்டாக, ஏதென்ஸ் நகரைச் சார்ந்த அனக்சகோரஸ் (Anaxagoras) (ஏறத்தாழ 500 - 400 BCE) ஒரு பகுத்தறிவாளர்; எந்தவகை ஆன்மிக முறையிலும் நம்பிக்கையற்றவர். சந்திரனும், கோள்களும் பூமியைப் போன்றவையே; பூமியின் பொருட்களாலேயே அவைகளும் உண்டாக்கப்பட்டுள்ளன; பிரபஞ்சம் கடவுளர் களால் படைக்கப்பட்டவை அல்ல என்ற அவருடையக் கருத்துக்கள் அனைத்தும் மதவாதத்திற்கு எதிரானவை என்று கருதப்பட்டு அவர்துன்புறுத்தப்பட்டார். ஏனெனில் கிரேக்கர் களால் பிரபஞ்சமும், கோள்களும், மற்ற விண்வெளிப் பொருட்களும் கடவுள்கள் / ஆவிகளின் அதிகார வரம்பிற்கு உட்பட்டவை என்று கருதப்பட்டன. எனினும், அதிர்ஷ்ட வசமாக, அவர் வசதிபடைத்த நண்பர்களின் உதவியால் மீட்கப்பட்டு உயிர் தப்பினார்.

கேலன் (ஏறத்தாழ 130 BCE) என்ற மிக பிரபலமான மருத்துவர் இந்தப் பிரபஞ்சத்தில் உள்ள எல்லாமே கடவுளால் ஒரு குறிப்பிட்ட நோக்கத்துடன் படைக்கப்பட்டவை என்று கருதினார். மனிதனின் உடலும் அதன் அமைப்பும் கடவுளின் படைப்புச் சக்திக்கும் ஞானத்திற்கும் ஒரு எடுத்துக்காட்டு என்றும் எல்லாப் பொருட்களின் அமைவிலும் காணப்

படும் ஒரு ஒழுங்கு இறைவனின் கைவண்ணத்திற்கு ஒரு சிறந்த எடுத்துக்காட்டு என்றும் அவர் நம்பினார். அவருடைய இந்தக் கருத்தும் நம்பிக்கையும் பல நூற்றாண்டுகளுக்கு நிலைத்து நின்றன.

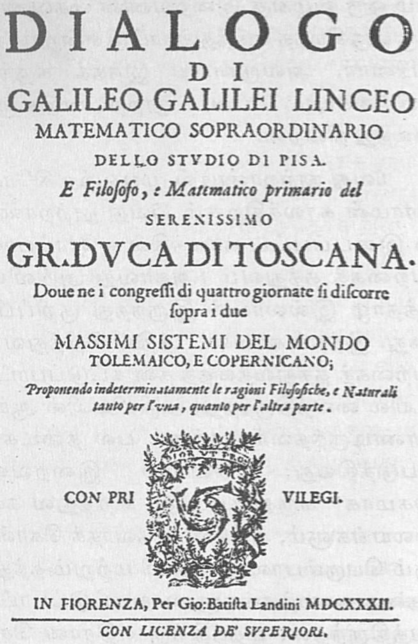
6வது நூற்றாண்டில் முடிவுற்ற கிரேக்க - உரோமன் காலத்திற்கும் 15வது நூற்றாண்டிற்கும் இடைப்பட்ட காலத்தில் ஐரோப்பாவில் இயற்கைத் தத்துவம் (அதாவது அறிவியல்) ஏறத்தாழ இல்லாமல் இருந்தது குறிப்பிடத்தக்கது. இந்தக் காலகட்டத்தில் கிறித்துவ சர்ச் இயற்கைத் தத்துவத்தைத் தன் கட்டுப்பாட்டுப் பிடியில் வைத்திருந்தது; அறிவியலில் ஆர்வம் கொண்டிருந்தவர்களுக்கும் பல தடைகளை ஏற்படுத்தியது; அறிவியல் ''இறைவனின் உலகமாக'' கருதப்பட்டது. கிறித்துவ கல்வி நிலையங்களும், சர்ச்சின் மதவாதக் கொள்கைகளும் பெரும்பாலான கல்வி மற்றும் தத்துவச் சிந்தனைகளைத் தங்களுடைய கட்டுப்பாட்டில் வைத்திருந்தன. மதத்திற்கு எதிரான செயல்களை அடக்குவதற்கு விசாரணைத் திட்டம் (Inquisition) தொடங்கப்பட்டது. மதவாத எதிரிகள் என்று சந்தேகிக்கப்பட்டவர்கள், அறிவியல் தத்துவஞானிகள் உட்பட, பலர் கைது செய்யப்பட்டு, விசாரணைக்கு உட்படுத்தப்பட்டார்கள். நான்காம் இன்னொசென்ட் (Innocent IV) என்ற போப் 1252ஆம் வருடம் சித்திரவதையைப் பயன்படுத்துவதற்கு ஒப்புதல் அளித்தார். தண்டனைகள் கடும் பிரார்த்தனையில் தொடங்கி உண்ணாவிரதமிருக்க வைத்தல், சிறையில் அடைத்தல் மற்றும் மரணதண்டனை கொடுத்தல் வரை நீடித்தது. ஸ்பெயின் நாட்டு விசாரணைத் திட்டம் (Spanish Inquisition) நான்காம் சிக்டஸ் (Sixtus IV) என்பவரால் 1478ஆம் ஆண்டு ஒப்புதல் அளிக்கப்பட்டது. இதில் மேலும் மிருகத்தனமான தண்டனை முறைகள் கையாளப்பட்டன. கம்பத்தில் கட்டப்பட்டு எரிக்கப்படுதல் இவற்றில் அடங்கும். உரோமானிய விசாரணைத் திட்டம் (Roman Inquisition) 1542ஆம் ஆண்டு உண்டாக்கப்பட்டு கத்தோலிக்க பகுதிகளில் மதவாதத்திற்கு எதிரான செயல்கள் நடைபெறுவதைக் கட்டுப்படுத்தியது. இவற்றின் காரணமாக பல்வேறு அறிவியல் துறை அறிஞர்கள் சக்தி வாய்ந்த கிறித்துவ சர்ச்சின் அதிகாரபூர்வ மதவாதத்திலிருந்து தங்களை விடுவித்துக் கொள்ள முடியாமல் பழங்கால மதவாத சிந்தனைகளாலும், நம்பிக்கைகளாலும் தத்தளித்தனர்.

அரிஸ்டாட்டலின் படைப்புகள் பின்னால் மொழிபெயர்ப்புக்கு எடுத்துக் கொள்ளப்பட்டபோது, அவரின் பல சிந்தனைகள் சர்ச்சின் மதவாதக் கொள்கைகளுக்கு ஏற்ப இருந்தாலும், வேறு பல கருத்துகள் சர்ச்சின் மதவாத எண்ணங்களுக்கு நேரடியாக மாறுபட்டதாகவும் சங்கடங்களை உருவாக்கும்படியாகவும் இருந்தன. ஸ்பெயின் நாட்டு அராபிய தத்துவஞானியும், அரிஸ்டாட்டலின் சிந்தனைகளில் சிறப்பறிவு பெற்றவருமான யுவெரோயீஸ் (1126 - 1198) மதமும் இயற்கை அறிவியலும் உண்மையை அறிய உதவும் இரண்டு வேறுபட்ட முக்கியமான கருவிகள் என்றாலும், இரண்டையும் சிக்கலின்றி இணைத்துப் பிரச்சனைகளற்ற ஒரே கருதுகோளாகக் கொண்டுவருவது என்பது மிகவும் கடினம் என்றும் எண்ணினார். இருப்பினும், 13ஆம் நூற்றாண்டைச் சேர்ந்த தாமஸ் யுக்வினஸ் (1225-1274) என்பவர் அரிஸ்டாட்டிலின் சிந்தனைகளையும், சர்ச்சின் அதிகாரபூர்வ மதவாதக் கொள்கைகளையும் கடின உழைப்பிற்குப் பின்பு ஒன்றாக இணைத்தார். இது அரிஸ்டாட்டில் சிந்தனையாளர்களுக்குச் சற்று சங்கடத்தைக் கொடுத்தாலும், சர்ச்சினை அவர் திருப்தி செய்ய முடிந்தது; சர்ச்சின் அதிகாரப்பூர்வ கொள்கையாகவும் இவருடைய படைப்பு மாறியது. அரிஸ்டாட்டில் தன்னுடைய சிந்தனைகளில் பயன்படுத்திய பிரபஞ்சத்தை வழிநடத்திச் செல்லும் ''முதன்மை வழிகாட்டி'' (Prime mover) என்ற சக்திக்கு யுக்வினஸ் ''கடவுள்'' என்று விளக்கம் கொடுத்தார். மேலும், சொர்க்கத்தை (heaven) ஒரு முழுமையடைந்த மற்றும் இணக்கமான அமைப்பாக

வும், கோள்களின் இயக்கம் தேவதைகளின் (கடவுள்களின்) மனோதிடச் செயல்களால்தான் நடைபெறுகிறது என்றும், பைபிளில் விளக்கப் பட்டுள்ள முறைப்படி தான் உலகம் உருவானது என்றும் யுக்வினஸ் அரிஸ்டாட்டிலின் படைப்பில் மாற்றங்களைக் கொண்டு வந்தார்.

முதல் அத்தியாயத்தில் விவரிக்கப் பட்டுள்ள அறிவியல் முறை வளர்வதற்கு உதவி செய்த ஒக்ஹாமைச் சேர்ந்த வில்லியம் (1285 - 1349), கிறித்துவ மதநூல்களின் கொள்கைகளை ஏற்றுக்கொள்ளவில்லை; இவை அனைத்துமே பகுத்தறிவுக்கு அப்பாற்பட்டவை என்றும், சர்ச்சின் மதவாதம் பகுத்தறிவற்றவை என்றும் எடுத்துக் காட்டினார். அறிவியலை சர்ச் கட்டுப்படுத்தக்கூடாது என்றும் மிகத் தீவிர மாகக் கண்டித்தார். இதனால் மதவாத கொள்கையை எதிர்ப்பவர் என்று இவர் விசாரணைக்கு உட்படுத்தப்பட்டார். எனினும், இந்த விசாரணையின் பிடியிலிருந்து அவர் தப்பினார்.

மனிதன் (புவியும்) இறைவனின் படைப்பில் மையமானவன் என்ற கிறித்துவ நூல்களின் கொள்கையோடு பிரபஞ்சம் புவியை மையமாகக் கொண்டுதான் இயங்குகிறது என்ற டாலுமீயின் கொள்கை இணக்கமாக இருந்தது. இதனால் கோபுர்னுகஸ் தன்னுடைய சூரியன் - மைய (heliocentric or Sun-centred) பிரபஞ்சக் கொள்கையை வெளியிட மிகவும் தயங்கினார்; சர்ச்சின் கோபத்திற்கு உட்பட அவருக்குத் தயக்கமாக இருந்தது. எனினும் ஒன்பது ஆண்டுகள் தயக்கத்திற்குப் பின்பு இரெடிகஸ் (Rheticus) என்பவரின்தூண்டுதலால் (இவர்தான் கோபுர்னுகஸின் நூலைப் பதிப்பிக்க ஆரம்ப கால வேலை செய்தவர்) பதிப்பிக்க முன்வந்த போது, லூதரன் பிரிவைச் சேர்ந்த ஆண்டிரியாஸ் ஒசியாண்டர் (Andreas Osiander) என்ற பாதிரியார் (இவர் கோபுர்னுகஸின் நூலை பதிப்பிக்க கடைநிலையில் உதவி செய்தவர்) தானாகவே முன்வந்து கோபுர்னுகஸுக்குத் தெரியாம லேயே ஒரு முகவுரையை எழுதி அதில் சூரிய - மைய கொள்கை முழுதும் அனுமானத்தால்


DIALOGO
DI
GALILEO GALILEI LINCEO
MATEMATICO SOPRAORDINARIO
DELLO STVDIO DI PISA.
E Filosofo, e Matematico primario del
SERENISSIMO
GR.DVCA DI TOSCANA.
Doue ne i congressi di quattro giornate si discorre
sopra i due
MASSIMI SISTEMI DEL MONDO
TOLEMAICO, E COPERNICANO;
Proponendo indeterminatamente le ragioni Filosofiche, e Naturali tanto per l'vna, quanto per l'altra parte.
CON PRI VILEGI.
IN FIORENZA, Per Gio: Batista Landini MDCXXXII.
CON LICENZA DE' SVPERIORI.

Title page of Galilei's *Dialogo* (1632)

படம் II.1. கலிலேயோவின் நூலான Dialogo (1632)வின் அட்டை

உருவாக்கப்பட்ட ஒரு கொள்கை என்று தவறாக (ஆனால் வேண்டுமென்றே) குறிப்பிட்டார். இந்த முகவுரை லூதரன் பிரிவு சர்ச்சினை உருவாக்கிய மார்டின் லூதரை (Martin Luther) மகிழ்ச்சியுறச் செய்யவே எழுதப்பட்ட முகவுரையாகும். ஏனெனில் மார்டின் லூதர் கோபுர்னுகஸ் பற்றி ஏற்கனவே பின்வருமாறு குறிப்பிட்டிருந்தார் : ''இந்த முட்டாள் (கோபுர்னுகஸ்) வானவியலை நம்முடைய இறை நூல்களின் கூற்றுக்கு முழுவதும் எதிராக திசைதிருப்பப் பார்க்கிறான்''. கோபுர்னுகஸின் நூல் அவர் இறந்த அன்று வெளியிடப்பட்டது. அதனால் அவர், அவருக்குத் தெரியாமல் அவர் சார்பில் மதசார்பு கருத்துகள் கொண்ட வேறொருவரால் எழுதப்பட்ட முகவுரையைப் பார்க்க முடியவில்லை. இதைப் போன்றே,

''கோள்கள் வட்டப் பாதையில் செல்லாமல் நீள்வட்டப் பாதையில் இயங்குகின்றன'' என்ற கெப்லரின் (Kepler) முதல் விதி வெளியிடப் பட்ட போது கூட இது கிறித்துவ மதவாதத்திற்கு எதிர்ப்புடையது என்ற அடிப்படையில் சர்ச்சின் அதிகாரிகளால் பலகாலம் மறைத்து வைக்கப் பட்டதும் இங்கு குறிப்பிடத்தக்கது.

மேற்குறிப்பிட்ட சூழலில், கோபுர்னு கஸுக்கு ஆதரவாக வெளிவந்த கலிலேயோ வின் கண்டுபிடிப்புகளும், படைப்புகளும் சர்ச்சின் கொள்கைக்கும் கிறித்துவ மதத்திற்கும் முற்றிலும் விரோதமானவை என்று கருதப் பட்டன என்பதில் எந்தவித விந்தையுமில்லை. கலிலேயோவின் ஜனரஞ்சகமான எழுத்துக்கள் மக்களை அவர் வசம் ஈர்த்தன என்பதோடு மட்டு மல்லாமல், கோபுர்னுகஸின் கொள்கைக்கு ஆதரவாகவும் மாற்றின. இதனால் 1616ஆம் ஆண்டு உரோமானிய சர்ச்சின் புனித அலு வலகம், கலிலேயோ சூரிய - மைய பிரபஞ்சக் கொள்கைக்கு ஆதரவு அளிப்பதைக் கண்டித்த தோடு மட்டுமல்லாமல், இனிமேல் அக் கொள்கையை எழுத்து வாயிலாகவும், சொற்பொழிவுகள் வாயிலாகவும் பரப்புவதை நிறுத்த வேண்டும் என்றும் கட்டளையிட்டது. இதனால் சர்ச்சின் கருத்தில் அறிவியல் சார்புடைய ஒரு மிதவாத மாற்றத்தை ஏற்படுத்த வேண்டும் என்ற எண்ணத்தில் 1632ஆம் ஆண்டு கலிலேயோ **Dialogue on the Two Chief Systems of the World** என்ற தலைப்பில் ஒரு நூலை வெளி யிட்டார். இந்த நூலில் மூன்று முக்கிய நாடகப் பாத்திரங்களை உருவாக்கினார். ஒருவர் கோபுர்னுகஸையும், இரண்டாமவர் அரிஸ்டாட்டிலையும், மூன்றாமவர் டாலுமீ யையும் ஆதரித்து வாதம் செய்வதாக அமைத் திருந்தார். இவற்றில் கோபுர்னுகஸிற்கு ஆதர வாக எழுதப்பட்ட வாதங்கள் எளிமையான தாகவும், அறிவு பூர்வமானதாகவும், நம்பிக்கை ஊட்டுவதாகவும், அதிக வாதத் திறமையுடனும் அமைக்கப்பட்டிருந்தன. இப்புத்தகத்தைப் படித்த சர்ச் அதிகாரிகள் கோபத்தின் உச்சக் கட்டத்தை அடைந்தனர். இந்த நூலில் அறிவியல் பூர்வமான (ஆனால் மதவாதத்திற்கு எதிரான) வாதங்களை அனுமதிப்பதால் ஏற்டும் பிரச்சனைகளை எண்ணியும், கத்தோலிக்க மதத்திற்கு ஏற்படும் ஆபத்தை மனதிற் கொண்டும் உண்மையிலேயே பயந்து போயினர். ஏனெனில், அக்கால கட்டத்தில் ''சீர்திருத்தம்'' (Reformation) என்ற அடிப்படை யில் கத்தோலிக்க சர்ச்சுக்கு எதிராக ஒரு புது இயக்கம் (பிராடெஸ்டன்ட் இயக்கம்) மார்டின் லூதரால் தொடங்கப்பட்டு வலுவடைந்து வந்தது. இதனால், உரோமானிய கத்தோலிக்க சர்ச் 70 வயதான கலிலேயோவை உரோம் நகருக்கு வருமாறு உத்தரவிட்டது. கலிலேயோ வின் மீது மதவாத எதிர்ப்புக்கான குற்றச்சாட்டு பதிவு செய்யப்பட்டது. ஏற்கனவே 1616ஆம் ஆண்டு சர்ச்சின் ஆணையை அவர் புறக்கணித்த குற்றச்சாட்டும் சேர்ந்து கொண்டது. தன்னுடைய அறிவியல் கருத்துக்களை நிரூபிக்க தன் தொலைநோக்கி (telescope) மூலம் நேரடி யாகக் கண்டறியுமாறு சர்ச் அதிகாரிகளுக்கு அவர் விடுத்த வேண்டுகோளும், அவருடைய பகுத்தறிவுப் பூர்வமான வாதங்களும் நிராகரிக்கப்பட்டன. அவர் மதவாதத்திற்கு எதிராகச் செயல்பட்டார் என்ற குற்றச்சாட்டின் அடிப்படையில் சிறையில் தள்ளப்பட்டார். கடைசியில், சித்திரவதைகளுக்குப் பயந்து, தன்னுடைய மிக பிரபலமான பொது மன்னிப்பை சான்டா மரியா சர்ச்சில் பின்வருமாறு கோரினார்: ''நான் கோபுர்னு கஸுவின் கொள்கைகளைக் கடைப்பிடிக்க மாட்டேன்; இதுவரை கடைப்பிடிக்கவும் இல்லை; சர்ச்சின் ஆணைக்குக் கட்டுப்பட்டு இக்கொள்கையை நான் விட்டு விடுகிறேன்''. இந்த மன்னிப்பிற்குப் பிறகும் கூட வாழ்நாள் முழுவதும் ஆர்செட்ரி (Arcetri) என்ற இடத்தில் வீட்டுக்காவலில் அவர் வைக்கப்பட்டார். முடிவில் சர்ச்சின் மதவாதம் அறிவியலை வென்றுவிட்டது என்பது வேதனைக்குரியது.

இந்நிகழ்ச்சிக்குச் சற்று முன்பாக 1600ஆம் வருடம், கியார்டானோ புரூனோ (Giordano Bruno) என்பவர் ஒரு வருட விசாரணைக்குப்

பிறகு உரோம் நகரில் உயிருடன் எரிக்கப் பட்டார். ஏனெனில் அவர் விண்வெளி முடிவற்றது என்றும், பிற கோள்களிலும் மனிதர்கள் வாழும் சூழல் உள்ளது என்றும், சர்ச்சின் மதவாதக் கொள்கைக்கு எதிரான வேறு சில கருத்துகளையும் சென்ற இடங்களில் எல்லாம் சொற்பொழிவு மூலம் பரப்பி வந்தார். இவையெல்லாம் சர்ச்சின் கொள்கைக்கு மிகவும் அபாயகரமான எதிர்வாதங்கள் என்று கருதப் பட்டன.

16 மற்றும் 17ஆம் நூற்றாண்டுகளில் அறிவியல், இத்தாலிக்கு வெளியில் வட ஐரோப்பிய நாடுகளான இங்கிலாந்து, பிரான்ஸ் மற்றும் நெதர்லாந்தில் துளிர்த்தது. இத்தாலியில் காணப்பட்ட உரோமன் கத்தோலிக்க சர்ச்சின் ஆதிக்கமும் ''எதிர்-சீர்திருத்தம்'' (counter-Reformation) நடவடிக்கைகளும், மேற்கூறிய நாடுகளில் அதிக பாதிப்பை ஏற்படுத்தவில்லை. இங்கிலாந்தில் ஏற்படுத்தப்பட்ட தனி சர்ச் (உரோம் நாட்டு சர்ச்சின் கட்டுப்பாடு இல்லாத) புதிய அறிவியல் சிந்தனைகளுக்கு உரோம் நாட்டு சர்ச் அளவிற்குத் தடை விதிக்கவில்லை. எனினும், வட ஐரோப்பிய நாடுகளில் மத நம்பிக்கைகளும், மதவாத கொள்கைகளும் பல அறிவியல் தத்துவ அறிஞர்களிடமிருந்து முற்றிலும் விலகவில்லை. எடுத்துக்காட்டாக, பிரான்ஸ் நாட்டின் டேகார்ட், எந்திரமயமான பிரபஞ்சக் கொள்கையில் (mechanistic Universe theory) ஈர்ப்புடையவராக இருந்த போதும், கடவுள்தான் பிரபஞ்சத்தைப் படைத்தார் என்ற கருத்தைக் கொண்டிருந்தார்; கடவுள் பிரபஞ்சத்தை இயக்க ஆரம்பித்து விட்டபின் அதன் இயக்கத்தில் தொடர்ந்து தலையிட வில்லை என்றும் அவர் நம்பினார். மிகுந்த மதநம்பிக்கை கொண்ட நியூட்டன், பிரபஞ்சத்தின் இயக்கத்தில் கடவுள் அவ்வப் பொழுது தலையிட்டு அது ஒரு எஞ்சினின் இயக்கம்போல் தங்குதடையின்றி செயல்பட உதவுகிறார் என்று கருதினார். பிரபஞ்ச எந்திரம் ஒரு கடிகாரம் போன்று நுட்பமாக செயல் படுவது கடவுளின் அற்புதமான சக்திக்கும் மாட்சிமைக்கும் ஒரு எடுத்துக்காட்டு என்றும் நியூட்டன் கருதினார்.

தலைசிறந்த மருத்துவரும், மதகுருவு மான மைக்கேல் சர்வீடஸ் *(1511-1533)* மனித உடலின் உள்ளமைப்பு மற்றும் செயல்பாடு குறித்து பகுத்தறிவுக்குட்படாத வகையில் எழுப்பப்பட்ட பல கருத்துகளைக் கடினமாக எதிர்த்தார். இதனால் அவர் கத்தோலிக்க மற்றும் பிராடெஸ்டன்ட் மதவாதிகளுக்கு எதிரியானார். இரண்டு சர்ச்சுகளும் அவருடைய கருத்துகளைக் கண்டித்தன; அவரைப் பிடித்து மரணதண்டனை கொடுக்க முயற்சிகள் எடுத்தன. கத்தோலிக்க விசாரணைக்குப் பயந்து ஜெனிவாவுக்குத் தப்பிச் சென்ற அவரை பிராடெஸ்டன்டுகள் கைது செய்து கம்பத்தில் கட்டி உயிருடன் எரித்தனர். தன்னை முதலில் கழுத்தை நெறித்துக் கொன்று பின்பு எரிக்குமாறு அவர் விடுத்த வேண்டுகோளையும் நிராகரித்தனர்.

இத்தாலியில் 17ஆம் நூற்றாண்டில் கூட சர்ச் அறிவியலின் மேல் கொண்டிருந்த அடக்கு முறையைக் கைவிடவில்லை. போலோனா பல்கலைக்கழகத்தில் (University of Bologna), மருத்துவப்படிப்பில் சேரும் எல்லா மாணவர் களும் கிறித்துவ மதத்தின் பேரில் பிரமாணம் எடுத்துக்கொள்ளும் நடைமுறை இருந்தது. கிறித்துவ மதத்தில் நம்பிக்கை இல்லாத மாணவர்கள் எவரும் படித்து முடித்தபின் வைத்தியம் பார்க்கக்கூடாது என்றும், மூன்று நாட்களுக்குள் பாவமன்னிப்பு கோரி தன்னை ஒரு விசுவாசமுள்ள கிறித்துவன் என்று கூறாத எவருக்கும் வைத்தியம் பார்க்கக் கூடாது என்றும் நடைமுறை பிரமாணம் எடுத்துக் கொள்ளும் பழக்கம் அங்கு இருந்தது.

மிருகங்கள் பற்றிய நூல்கள் (Bestiary) 17ஆம் நூற்றாண்டின் பிற்பகுதி வரை பிரபல மாகத் திகழ்ந்தன; இதற்குக் காரணம் அவற்றில் நாய், சிங்கம் போன்றவற்றின் தலையைப் பெற்ற மனிதன், மீன் உடல்பெற்ற பெண்கள், பறக்கும் குதிரைகள் போன்றவை இடம் பெற்றதுதான். இத்தகைய விநோதமான மிருகங்கள் பற்றிய நூல்கள் கிறித்துவ மற்றும்

இந்து மதவாதத்தைப் பரப்பத் தகுந்த வாகனங்களாகத் திகழ்ந்தன. எடுத்துக்காட்டாக, புராண பீனிக்ஸ் பறவை தன்னைத் தீயில் அழித்துக் கொண்டு மீண்டும் தன்னுடைய சாம்பலிலிருந்து எழுவதாகக் கூறப்படும் நிகழ்ச்சி, இயேசு பெருமான் இறந்தபின் மீண்டும் தோன்றுவதைச் சுட்டிக்காட்டுவதாகக் கிறித்துவர்கள் நம்பினர். இதேபோன்று எறும்பு-சிங்கம் ஆகியவற்றாலான வினோத மிருகம் பசியினால் துன்பப்படுவதற்குக் காரணம், எறும்பு தாவர உணவு கொள்ளும் ஒரு பிராணி, சிங்கமோ இறைச்சியை விரும்பும் மிருகம். இந்தக் கருத்தின் அடிப்படையில் எவரும் ஒரே சமயத்தில் கடவுளையும் சாத்தானையும் திருப்திபடுத்த முடியாது என்ற கருத்து வலியுறுத்தப்படுவதாக கிறித்துவர்கள் நம்பினர்.

18ஆம் நூற்றாண்டில் பிரான்ஸ் நாட்டில் சர்ச்சின் ஆதிக்கமும் அரசின் எதேச்சையதிகாரமும் தொடர்ந்து காணப்பட்டன. டிடிராட் (Diderot), டி ஆலம்பெர்ட் (d'Alembert) போன்ற அறிஞர்கள் படைக்க ஆரம்பித்த அறிவியல் பற்றிய களஞ்சிய நூற்தொகுப்புகளில் (1751ஆம் ஆண்டு முதல் தொகுப்புகள் தோன்றின) எடுத்துக் கூறப்பட்ட அறிவியல் கருத்துகள் சர்ச்சின் மதவாதத்திற்கு எதிரானவை என்று கருதப்பட்டன. இதனால் இந்நூல்களில் சொற்களை பயன்படுத்துவதில் தகுந்த மாற்றங்களை மேற்கொள்ள டிடிராட் அறிவுறுத்தப்பட்டார்; தகுந்த மாற்றங்களும் இதனால் செய்யப்பட்டன. இந்தக் களஞ்சியத் தொகுப்புகள் 1772 வரை வெளிவந்தன. இதேபோன்று இயற்கை வரலாறு தொடர்பான 44 களஞ்சியத் தொகுப்புகள் வெளியிட்ட பூஃபனும் (Buffon) சோர்போனில் (Sorbonne) உள்ள இறையியல் துறைக்கு வரவழைக்கப்பட்டு, சர்ச்சின் மதவாதத்திற்கு எதிரானப் பகுதிகளை நூல்களிலிருந்து நீக்குமாறு பணிக்கப்பட்டார். குறிப்பாக, புவியின் வயது, சூரியனிலிருந்து கோள்கள் தோற்றமடைவது மற்றும் அறிவியலால் தான் உண்மைகளை அடைய முடியும் என்ற கூற்றுகள் போன்றவற்றை நீக்குமாறு கட்டளையிடப்பட்டார். எனினும் பூஃபன் இந்த மாற்றங்களைச் செய்யாமல் தொடர்ந்து மதவாதத்திற்கு எதிராக எழுதி வந்தார் என்பது இங்கு குறிப்பிடத்தக்கது.

ஜான் லாக் (John Locke) (1632-1704) An Essay on Concerning Human Understanding என்ற படைப்பில் ஒரு முக்கியமான கருத்தை வலியுறுத்தி உள்ளார். மனித இனத்திற்கு மகிழ்ச்சியும் சுகமும் கிடைக்கப்பட வேண்டும் என்றுதான் கடவுள் இயற்கை விதிகளை உருவாக்கினார்; குறிப்பாக, வாழ்வதற்கான, சொத்துக்கான மற்றும் சுதந்திரத்திற்கான உரிமைகள் சம்பந்தப்பட்ட விதிகள் இவற்றில் அடங்கும். இதன் காரணமாக மக்களில் பலர் தெய்வவியல் (deism) கொள்கையைப் பின்பற்ற ஆரம்பித்தனர். இதன்படி கடவுள் உலகத்தினையும் அதன் இயற்கை விதிகளையும் ஜான் லாக் கூறியபடி படைத்தபின் அவை தானாகவே தொடர்ந்து இயங்கும்படி விட்டுவிட்டார். பிரபஞ்சம் எந்திரமாக இயங்க கடவுளின் குறுக்கீடு இடையில் தேவைப்படுவதில்லை என்ற கருத்து 18ஆம் நூற்றாண்டில் முழுவதுமாக நிலைநிறுத்தப்பட்டது. லா மெட்ரி (La Mettrie) என்ற அறிஞர் 1748ஆம் ஆண்டு **மனிதன் என்ற எந்திரம்** என்ற தலைப்பில் ஒரு நூலே எழுதினார். இந்தக் கருத்தினால், பலர் பிரபஞ்சம் ஒரு கடிகாரம் போல் எந்திரத்தனமாக செயல்பட கடவுள் தேவைதானா என்ற வினாவை எழுப்ப ஆரம்பித்து விட்டனர். நியூட்டனின் எந்திரக் கொள்கையினால் எழுப்பப்பட்ட மற்றொரு அடிப்படை வினா என்னவென்றால், மதமும், தத்துவமும் அறிவியலுக்குத் தேவைதானா என்பதுதான். இவ்விவாதங்களால் பல அறிஞர்கள் நாத்திகர்களாக மாறினர்; கடவுள் என்று ஒருவர் இல்லையென்றோ, கடவுளின் தேவையே இல்லையென்றோ இவர்கள் கருதினர். எனினும் பலர் தொடர்ந்து ஆத்திகர்களாகவே இருந்தனர்.

19 மற்றும் 20ஆம் நூற்றாண்டுகளில் அறிவியல் மிகவும் வலுவான சக்தியாக மாறிவிட்டது. அறிவியலின் மேல் மதவாதக்

கொள்கையின் ஆதிக்கம் மெதுவாகக் குறைந்து வந்தது. எனினும் பல அறிவியல் அறிஞர்கள் கடவுளுக்குப் பயந்தவர்களாகவும் தெய்வ நம்பிக்கையுடையவர்களாகவும் இருந்துள்ள னர். ஐன்ஸ்டீன் இதற்குச் சிறந்த எடுத்துக்காட்டு. அவர் கடவுள் மீது மிகுந்த நம்பிக்கை கொண்டிருந்தார். முக்கியமாக அவருடைய வயதான காலத்தில் ''கடவுள் பிரபஞ்சத்துடன் தாயக்கட்டம் (dice) ஆடுவதில்லை'' என்றும் ''கடவுள் மதிநுட்பமுடையவராக இருக்கலாம், ஆனால் வன்மம் கொண்டவரல்ல'' என்றும் ''மதப்பற்றற்ற அறிவியல் முடமானது. அறிவியலற்ற மதம் குருடானது'' என்றும் அவர் கூறியுள்ளது இங்கு குறிப்பிடத்தகுந்தது.

20ஆம் நூற்றாண்டில் மதத்திற்கும் அறிவியலுக்கும் இடையே உள்ள இணக்கம் பற்றிய ஒரு புத்துணர்வு பெரிய அளவில் மீண்டும் எழுச்சியுற்றது. மதமும் அறிவியலும் ஒரே குறிக்கோளைத்தான் கொண்டவை என்றும், அது இயற்கையின் உண்மையை அறிவது தான் என்றும் பலர் கருத ஆரம்பித்தனர். எனவே, மதம் அறிவியலுக்கு எதிரானதல்ல என்றும், ஆனால் தீவிர மதவெறி உடையவர்கள் தான் அறிவியலை மதவாதத்திற்கு எதிரானது என்று கண்மூடித்தனமாக பரப்பினர் என்றும் பலர் கருத ஆரம்பித்தனர். பல அறிவியல் அறிஞர்கள், முக்கியமாக தற்கால இயற்பியல் அறிஞர்கள், உண்மையின் ஒரு சில பகுதிகளை அறிந்து கொள்ள மட்டும் தான் அறிவியல் உதவி செய்யும் என்றும், அறிவியல் மத அனுபவங் களின் மனோதத்துவ செல்லத்தக்கத் தன்மையை (Psychological validity) ஏற்றுக்கொள்ள வேண்டும் என்றும் வலியுறுத்தினர். ஒரு அறிஞர் தன்னுடைய தனிப்பட்ட குணத்தைப் பற்றிய உணர்வை எவ்வளவு உண்மையாகக் கருது கிறாரோ அந்த அளவுக்கு உண்மையானது கடவுளைப் பற்றிய நேரடி உணர்வு. தெய்வீகத் தன்மையுடன் தொடர்பு கொண்டுள்ளோம் என்ற உணர்வும், அது எழுப்பும் பணிவோடு கூடிய அச்சமும், வழிபாடுமே மதமாகும். பலருக்கு மதம் என்பது மேன்மைபடுத்தப் படும்போது மட்டும் எழும் மனத்தோற்றம் (தரிசனம்) ஆகும். ஆனால் உண்மையான துறவிகளுக்கு அது சாதாரணமாகவே உணரப் படும் அனுபவம் ஆகும். கடவுள் என்றால் என்ன என்பதை வரையறுப்பது முடியாத காரியம்; அது தேவையும் அற்றது. அவரை அறிந்தவர்களுக்கு வரையறை எதுவும் தேவை யில்லை. இத்தகையவர்களுக்கு அறிவியல் எல்லையற்றது. அறிவியல் அறிவின் வரம்பு அதிகமாக அதிகமாக, அறியாதவற்றுடன் ஏற்படும் தொடர்புப்பரப்பு நீள்கிறது. அறியாதவை அனைத்தும் மதம் மற்றும் கடவுளின் ஆதிக்கத்திற்கு உட்பட்டவை; ஏற்கனவே அறியப்பட்டவை அறிவியலின் பகுதியாகவும், இதுவரை அறியப்படாதவை மதம் அல்லது கடவுளின் பகுதியாகவும் கொள்ளப்பட வேண்டும்.

3) தத்துவம்

பண்டைய கிரேக்கர்களுக்கு அறிவியலும் தத்துவமும் (Philosophy) ஒன்றுதான். அறிஞர்கள் தத்துவஞானிகள் என்றே அழைக்கப்பட்டனர். அறிவியலும் இயற்கைத் தத்துவம் (Natural Philosophy) என்றுதான் அழைக்கப்பட்டது. ஆனால் இடைக்காலத்தில் இரண்டுமே மதத் துடன் / மதசாத்திரங்களுடன் பின்னிப் பிணைக்கப்பட்டன. இதற்கு முக்கியக் காரணம் தாமஸ் யுக்வினஸ் போன்றவர்களின் தத்துவார்த்தமான தொகுப்பு (Scholastic synthesis) முயற்சிகள் தான். தேர்ந்தாய்தல் அறிவியல் முறை (Experimental Science method) நியூட்டன், பேகன், டேகார்ட், ஓக்ஹாமைச் சேர்ந்த வில்லியம், கலிலேயோ போன்றவர்களால் மறுமலர்ச்சி காலத்தின்போதும் அதற்குப் பிறகும் கொண்டுவரப்பட்டு செப்பனிடப்பட்ட பின்பு, அறிவியலும் தத்துவமும் ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்று மெதுவாக விலக ஆரம்பித்தன. இயற்கை அறிவியல் அதிக அளவில் நியூட்ட னின் இயக்கவியல் கொள்கைகளைச் சார்ந்து அமைய ஆரம்பித்தது; தத்துவம் அறிவியலில் இருந்து விலகி இம்மானுவேல் காண்ட்

(Immanuel Kant) மற்றும் ஹீகெல் (Hegel) போன்றவர்களின் உயர் இலட்சிய தத்துவத்தை (idealistic Philosophy) சார்ந்து அமைய ஆரம்பித்தது. இதன் காரணமாக அறிவியலும், அறிவியல் அறிஞர்கள் பலரும் தத்துவத்தையும் நுண்புல இயல்பியலையும் (Metaphysics) புறக் கணித்தனர். தற்கால அறிவியலின் உண்மை யான தொடக்கம் இயற்கை அறிவியல் தத்துவத் திலிருந்து விலகியபின் தான் ஆரம்பித்தது என்று பலரும் கருதினர். எனினும், பெரும்பாலான சாதாரண மனிதர்கள் தத்துவ மனோபாவத்தை இழக்காமல் இருந்தனர்.

19ஆம் நூற்றாண்டில் அறிவியலுக்கும் தத்துவத்திற்கும் இருந்த தொடர்புகள் ஏறத்தாழ அறுந்துவிட்டன. இதற்கு முக்கிய காரணம் ஹீகெலின் தத்துவமும் அதனைக் கடைப் பிடித்தவர்களும்தான். ஹீகலிய தத்துவஞானி கள் அறிவியல் அறிஞர்களை அறவே வெறுத்த னர். அறிவியல் அறிஞர்கள் ஹீகலிய தத்துவ ஞானிகளைப் புறக்கணித்தனர். அவர்களிட மிருந்து விலகினர். பூல் (Boole 1854), இவோன்ஸ் (Jevons 1874) மற்றும் கிளிப்ஃபோர்டு (Clifford) போன்ற ஆங்கிலேயர்கள் இரண்டையும் விலக விடாமல் மேற்கொண்ட அனைத்து முயற்சி களும் இரண்டு சாரார்களிடமும் எந்தவித பாதிப்பையும் ஏற்படுத்தவில்லை. எனினும், இந்த விலகல் முற்றிலுமாக ஏற்படாமல் தடுக்கப்பட்டது என்பது குறிப்பிடத்தக்கது.

19ஆம் நூற்றாண்டின் பிற்பகுதியிலும், 20ஆம் நூற்றாண்டின் ஆரம்பத்திலும் அறிவியலும் தத்துவமும் மீண்டும் ஒன்றுசேர ஆரம்பித்தன. ஹீகெலின் அடிப்படைவாத தத்துவத்தை விட்டுவிட்டு காண்ட் அவர்களின் தத்துவக் கருத்துகளின் மூலம் இந்த இணைவு ஏற்பட ஆரம்பித்தது. காண்ட்டின் தத்துவக் கொள்கைகள் நவீன அறிவியலில் பயன் படுத்தப்பட்டன. மீண்டும் அறிவியல், பொதுத் தத்துவத்தில் தன்னுடைய தாக்கத்தை ஏற்படுத்த ஆரம்பித்தது. அதேபோன்று பொதுத் தத்துவ மும் தன்னுடைய தாக்கத்தை அறிவியலில் ஏற்படுத்த ஆரம்பித்தது. குறிப்பாக, கணிதவிய லின் அடிப்படையில் அமைந்த இயல்பு அறிவியல் கொள்கைகளில் தத்துவத்தின் தாக்கம் அதிகமாகவே இருந்தது. அறிவியலின் ஒருசில கருத்துருக்கள் தொடர்ந்து கருத்திய லாகவே (abstract) இருந்துவருவது குறிப்பிடத் தக்கது. குறிப்பாக, இடம் (Space), காலம் (time), அடிப்படைத் துகள்கள் (fundamental particles), பரிணாமம் (evolution) மற்றும் கருத்தியல் கணிதவியல் (abstract mathematics) போன்ற வற்றை இவற்றிற்கு எடுத்துக்காட்டுகளாகக் கூறலாம். இந்த அறிவியல் துறைகளில் தத்துவ அணுகுமுறைகளைத் தான் கட்டாயமாகக் கடைப்பிடிக்க வேண்டியுள்ளது.

அறிவியல் முன்னேற்றத்திற்கு வகை செய்யும் அறிவியல் முறையிலும் தத்துவம் உள்ளடங்கியுள்ளது என்று அறிவியலைப் பற்றிய புதிய தத்துவார்த்த கோட்பாடுகள் (Philosophic doctrines) விளக்குகின்றன. பரிசோதனைகளின் அடிப்படையில் மேற் கொள்ளப்படும் உற்றுநோக்கல்களைத் தான் முடிவான நிரூபணமாக அறிவியல்முறை ஏற்றுக்கொள்கிறது என்றாலும், உற்றுநோக்க முடியாத (things that cannot be observed) ஒருசில பரிமாணங்களையும் (quantities) எடுத்துக்கொள் கிறது என்பதை மறுக்க முடியாது. எடுத்துக் காட்டுகளாக, ஐன்ஸ்டீனின் காலம் - இடம் பற்றிய பொதுச்சார்பியல் கொள்கையில், தனித்தன்மையான ஒருங்கமைவையும் (distinct simultaneity), ஹெய்சன்பெர்கின் (Heisenberg) சிப்பம் அலை இயக்கக் கொள்கையில் (Quantum wave mechanics theory) எலக்ட்ரான்களின் இடத்திலோ வேகத்திலோ காணப்படும் நிலையின்மையையும் (uncertainty) குறிப்பிட லாம். எட்டிங்டனால் (Eddington) உருவாக்கப் பட்ட அறிவு ஆராய்ச்சியியல் (Epistemology) இந்தக் கருத்துருவை மேலும் எளிதாக பின்வருமாறு விளக்குகிறது : பழைய இயல்பு இயல் (Old Physics) நாம் நேரடியாகக் காணக்கூடிய அனைத்தையும் உண்மையான பொருட்கள் என்று உணர்த்தியது. ஐன்ஸ்டீனின் பொதுச் சார்பியல் கொள்கை இயல்பியல்

கருத்துருக்களிடையே (Physical concepts) நாம் தற்சார்புடைய (subjective) ''தொடர்புகளைக்'' காண்கிறோம் என்று வலியுறுத்துகிறது. சிப்பம் கொள்கையின் (quantum theory) படி சாத்தியம் என்று நம்பக் கூடியவற்றைத்தான் நாம் காண்கிறோம்; எதிர்கால சாத்தியக் கூறுகளையும் நாம் நிர்ணயம் செய்ய முடியும்; ஆனால் எதிர்காலத் தில் உற்றுநோக்கல் மூலம் பெறக் கூடிய அறிவினை நிச்சயமாக நிர்ணயம் செய்ய முடியாது. எனவே, தற்செயல் விதிகளுக்கு (Laws of chance) உட்படாத எதிர்கால நிகழ்வுகள் எவற்றைப் பற்றியும் அறிவியலால் எந்தவித முன்னறிவிப்பையும் செய்ய முடியாது. சிப்பம் கருத்துகள் (Quantum ideas) ஆதிக்கம் செய்யும் தற்போதைய உலகத்தில் அறிவியலை, முக்கியமாக இயல்பு அறிவியலை, தத்துவத்திலிருந்தோ, நுண்புல இயல்பியலில் இருந்தோ பிரிக்க முடியாது.

4) அரசியல் காரணிகள்

அரசியல் காரணிகளும், அரசுகளின் கொள்கைகளும் அறிவியலின் முழு வரலாற்றுக் காலத்திலும் அறிவியலையும், அறிவியல் சிந்தனைகளையும் வெகுவாக பாதித்துள்ளன. பண்டைய கிரேக்கத்தில் அறிவியல் சிந்தனை தழைத்ததற்கு முக்கிய காரணம் அங்கு நிலவிய அரசியல் சூழல்தான். கிரேக்கத்தின் நகர அரசுகள் (City States) அறிவியல் சிந்தனைகளுக்குத் தடை விதிக்கவில்லை. கிரேக்க அறிவியல் தத்துவஞானிகள் இயற்கையையும், இயற்கை நிகழ்வுகளையும் புதிய கோணத்தில் அணுகுவதற்கு இந்த நகர அரசுகள் தந்த சுதந்திரம் பெரும் உதவியாக இருந்தது. எனினும் இங்கும் அரசியல் செயல்கள் ஒரு சில சமயங்களில் அறிவியலை பாதித்தன என்பதற்கு ஆர்க்கிமிடிஸின் இறப்பு ஒரு எடுத்துக்காட்டாகும். உரோமானிய மன்னன் கிரேக்கத்தின் மீது படையெடுத்தபோது உரோமானியத் தளபதி ஆர்க்கிமிடிஸிக்கு எந்தவித பாதிப்பும் ஏற்படக்கூடாது என்று கட்டளையிட்டிருந்தார். ஆர்க்கிமிடிஸ் மணலில் வடிவக் கணிதவியல் (Geometry) படத்தை வரைந்து கொண்டிருந்த போது ஒரு போர் வீரன் அவரை யாரென்று அறியாமல் கொன்றுவிட்டான். தன்னைத் தொந்தரவு செய்ய வேண்டாம் என்று போர் வீரனை விலகுமாறு அவர் செய்த சைகையைத் தவறாகப் புரிந்துகொண்ட போர்வீரன் அவரைக் கொன்றது அறிவியலுக்கு செய்த மிகவும் பாதகமான செயலாகும். இந்த நிகழ்ச்சியைப் பற்றி கேள்விப்பட்ட உரோமானிய தளபதி, ஆர்க்கிமிடிஸுக்கு இராணுவ மரியாதையுடன் சவ அடக்கம் செய்தார். இது அறிவியலின்மேல் போரின் முட்டாள்தனமான விளைவை சுட்டிக்காட்டும் நிகழ்ச்சியாகும்.

கிரேக்கக் காலத்திற்கும் 16ஆம் நூற்றாண்டுக்கும் இடைப்பட்ட காலத்தில் அறிவியல் சர்ச்சின் ஆதிக்கத்திலோ அல்லது சர்ச்சின் பிடியிலிருந்த அரசர்களின் ஆதிக்கத்திலோ இருந்தது பற்றி ஏற்கனவே விவரிக்கப் பட்டது. 16ஆம் நூற்றாண்டிலிருந்து அறிவியல் மேற்கு ஐரோப்பிய நாடுகளான இங்கிலாந்து, பிரான்ஸ், நெதர்லாந்து, ஜெர்மனி போன்றவற்றில் (இத்தாலியிலிருந்து அப்பாற்பட்ட பகுதிகளில்) தழைக்க ஆரம்பித்தது. இங்கிலாந்தில் மன்னராட்சி இருந்தாலும் அறிவியல் சிந்தனைகளுக்கு தடைவிதிக்கப்படவில்லை. இதனால் நியூட்டன், ஹுக், ஹுகன்ஸ், ஃபிளம்ஸ்டீட் போன்றவர்கள் தடையில்லாமல் சுதந்திரமாக அறிவியலை வளர்ச்சியடையச் செய்ய முடிந்தது. ஜான்லாக் போன்றவர்கள் மனித உரிமைக் கொள்கைகளை வலியுறுத்தியதினால் சுதந்திரமான அறிவியல் சிந்தனைகளை மேற்கொள்ள தூண்டுதல்களாகத் திகழ்ந்தனர். இந்த நிலை 17 மற்றும் அதற்குப் பிந்திய நூற்றாண்டுகளிலும் தொடர்ந்து நிலவியது. ஆனால் 17 மற்றும் 18ஆம் நூற்றாண்டுகளில் பிரான்ஸில் மட்டும் சுதந்திரமான அறிவியல் சிந்தனைகளுக்கு மன்னராட்சி மிகுந்த தடையாக இருந்தது. ஜான் லாக்கின் கொள்கைகளும், வால்டேர் (Voltaire), டிடிராட், டிஅலெம்பெர்ட், உருஸ்ஸோ (Rousseau) போன்ற ''அறிவு ஒளி'' (enlightenment) சிந்தனையாளர்களாலும் பிரான்

ஸில் மன்னராட்சிக்கு எதிரான போராட்டம் தொடங்கியது. முடிவில் கொடூரமான, இரத்த ஓட்டமிக்க பிரெஞ்சுப் புரட்சியின் (French Revolution) வாயிலாகத்தான் பிரான்ஸில் மாற்றங்கள் (அறிவியல் உட்பட) ஏற்பட்டன. மே 8, 1784ஆம் ஆண்டு இப்புரட்சி உச்சக்கட்டத்தில் இருந்தபோது, மிகச் சிறந்த அறிவியல் அறிஞரான இலவாய்சியர் (Lavoisier) கில்லட்டின் (Guillotine) மூலம் கொல்லப்பட்டார். அவரைக் கொல்லும்போது புரட்சி சபை (Revolutionary Tribunal) ''பிரான்ஸ் குடியரசுக்கு அறிவியல் அறிஞர்களால் பயன் எதுவுமில்லை'' என்று குறிப்பிட்டது. அவர் கொல்லப்பட்டதற்கு இரண்டு காரணங்கள் உண்டு. ஒன்று அவர் மன்னராட்சியின் போது அரசாங்க வரிவசூலிப்பவராக பணி புரிந்தது. இரண்டு, அவர் ஜீன் பாரல் மராட் (Jean Parel Marat) என்ற பத்திரிகை நிருபருக்கு (இவர் தன்னை அறிவியல் அறிஞர் என்று கூறிக் கொண்டவர்; ஆனால் உண்மையிலேயே அறிவியல் அறிஞர் அல்ல) French Academy of Sciences ல் அங்கத்தினராக (Fellow) அனுமதிக்க பரிந்துரை செய்ய மறுத்தது; மராட் புரட்சி சபையில் தன்னுடைய செல்வாக்கைப் பயன்படுத்தி இலவாய்சியரைப் பழிவாங்கினார். ஆனால் இயற்கையின் நீதி வேறுவிதமாக இருந்தது. வேறு பல காரணங்களுக்காக இலவாய்சியருக்கு முன்பாகவே மராட் கில்லட்டின் மூலம் அதே புரட்சி சபையால் கொல்லப்பட்டார். இலவாய்சியர் கொல்லப்படும்போது ஜோசப் லூயி இலாகிராங்கே (Joseph Louis Lagrange) என்ற தலைசிறந்த கணிதவியல் அறிஞர் கூறியது இங்கு குறிப்பிடத்தக்கது : ''இந்த தலையை (இலவாய்சியரின் தலை) வெட்டுவது ஒரு நொடிக்குள் நடந்துவிட்டது. இதேபோன்று வேறொரு தலையை (அதாவது மூளையை) உருவாக்க நூறு ஆண்டுகளுக்கு மேலாக ஆகும்''. பிரெஞ்சுப் புரட்சிக்குப் பின்பு பிரான்ஸில் மீண்டும் அறிவியல் எழுந்தது. இதேபோன்று ஜான் லாக்கின் கொள்கைகளைப் பயன்படுத்தி ஜெஃபர்சன் (Jefferson) போன்றவர்கள் அமெரிக்காவிலும் பிரிட்டனின் பிடியிலிருந்து சுதந்திரத்தைப் பெற கடினமாக செயல்பட வேண்டியிருந்தது. சுதந்திரத்திற்குப் பிறகு அமெரிக்காவிலும் அறிவியல் சிந்தனைகள் வேகமாக துளிர்க்க ஆரம்பித்தன.

1939-1945இல் நடந்த இரண்டாம் உலகப் போரின் விளைவாக அறிவியலில் ஏற்பட்ட கண்டுபிடிப்புகள் நன்மைகளுக்கும் தீமைகளுக்கும் பயன்படுத்தப்பட்டன. எடுத்துக்காட்டாக அணு ஆற்றல் (அணுவைத் துளைப்பதாலும், இணைப்பதாலும்) நன்மை பயக்கும் செயல்களுக்கும், அணுகுண்டு தயாரிக்கவும் பயன்படுத்தப்பட்டது. 1945ஆம் ஆண்டில் போர் முடிந்ததும் அறிவியல் அறிஞர்கள் மீண்டும் அறிவியல் ஆய்வுகளில் தம்முடைய முழுநேர நாட்டத்தை செலுத்த ஆரம்பித்தனர். எனினும், போருக்குப் பின்பு உலகில் போதிய அளவு அமைதியான அரசியல் சூழல் ஏற்படவில்லை. பனிப்போர் (cold war) என்ற ஒரு புதிய வகையான முரண்பாடு சில நாடுகளிடையே ஏற்பட்டது. 1949இல் சோவியத் கூட்டமைப்பு (Soviet Union or USSR) அணுகுண்டு வெடித்து சோதனை செய்தது. இதன் காரணமாக அதற்கும் அமெரிக்காவிற்கும் இடையே பனிப்போர் வலுவடைந்து, இரு நாடுகளுமே அறிவியலிலும் தொழில்நுட்பத்திலும் ஒன்றை ஒன்று முந்த முயற்சிகளை மேற்கொண்டன. அறிவியல் - தொழில் நுட்பத்தைப் பயன்படுத்தித் தயாரிக்கப்பட்ட போர்க் கருவிகளையும் தளவாடங்களையும் யார் அதிகமாகக் குவிக்கிறார்கள் என்பதில் போட்டி வலுவடைந்தது. இதன் காரணமாக USSR தன்னைச்சுற்றி ஒரு இரும்புத் திரையை (Iron curtain) ஏற்படுத்திக் கொண்டது; தனக்கு எதிராக செயல்படும் நாடுகள் என்று அது கருதிய நாடுகளுடன் ஒரு ஒத்துழையாமை நிலையை ஏற்படுத்திக் கொண்டது; அந்நாடுகளுடன் சுதந்திரமான பயணங்களிலும், அறிவியல் பரிமாற்றங்களிலும் தடைகள் விதிக்கப்பட்டன. அக்கால கட்டத்தில் USSR ல் ஏற்பட்ட அறிவியல் வளர்ச்சிகளும் முன்னேற்றங்களும் வெளிநாடு

களுக்குத் தெரிய வாய்ப்பில்லாமல் போயிற்று. சோவியத் நூல்களும், சஞ்சிகைகளும் (Journals) மேற்கத்திய நாடுகளுக்குக் கிடைக்கவில்லை. அதேபோன்று மேற்கத்திய அறிவியல் முன்னேற்றம் பற்றிய பரிமாற்றங்களும், நூல்களும், சஞ்சிகைகள் போன்றவைகளும் சோவியத் நாட்டிற்குக் கிடைக்கவில்லை.

இதேபோன்று 1950இல் வட மற்றும் தென் கொரியாக்களுக்கு இடையே போர் மூண்டது; வடகொரியாவுக்குச் சீனாவும், தென்கொரியாவுக்கு ஐக்கிய நாடுகளின் படைகளும் ஆதரவு கொடுத்தன. இலத்தீன் அமெரிக்காவிலும் (தென் அமெரிக்காவில்) ஆப்பிரிக்க நாடுகள் பலவற்றிலும் உள்நாட்டு போர்களும், புரட்சிகளும் 1950 முதல் 1960 வரை ஏற்பட்டு ஆட்சிகள் கைமாறின; இவற்றில் பெரும்பாலானவை அமெரிக்காவாலோ, சோவியத் கூட்டமைப்பாலோ ஆதரிக்கப் பட்டவை. ஏறத்தாழ 20ஆம் நூற்றாண்டின் இடைக்காலத்தில் இந்தியா, பாகிஸ்தான், ஸ்ரீலங்கா போன்ற பல நாடுகள் அந்நிய ஆதிக்கத்தில் இருந்து விடுபட்டு சுதந்திரம் பெற்றன. கியூபா, திபெத், வடகொரியா மற்றும் பல தென்அமெரிக்க நாடுகள் காலனி ஆதிக்கத்திலிருந்து விடுபட்டு USSR அல்லது சீனாவுடன் நேசமாக இருக்க ஆரம்பித்தன.

அக்டோபர் 4, 1957ல் USSR Sputnik I என்ற செயற்கைக் கோளை விண்வெளியில் செலுத்தியவுடன், மேற்கத்திய நாடுகள் தாங்களும் விண்வெளி அறிவியல் மற்றும் தொழில்நுட்பத்தில் மிகுந்த கவனம் செலுத்த ஆரம்பித்தன. முக்கியமாக USA, NASA, (National Aeronatics and Space Administration) என்ற அமைப்பை நிறுவி அதன் மூலம் விண்வெளித் தொழில்நுட்ப வளர்ச்சியைப் பெருக்கினர். கணிதவியல் நிபுணர்களும், விண்வெளி நிபுணர்களும் அதிக அளவில் தேவைப்பட்ட தால் இவற்றைச்சார்ந்த அறிவியல் துறைகளுக்கு அதிக ஊக்கம் கொடுக்கப்பட்டது. 1961க்குள் USSR மற்றும் USA ஆகிய இரண்டு நாடுகளுமே ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட மனிதர்களை விண்வெளி யில் பறக்கவிட்டனர் (இதிலும் USSR தான் முந்திக்கொண்டது). இரண்டு நாடுகளுக்கிடை யேயும் ஏற்பட்ட பனிப்போரின் காரணமாக மிகவும் வளர்ச்சியடைந்த அறிவியல் துறை களில் விண்வெளியியல் (Space science) மிக முக்கியமானது; விண்வெளியுகம் (Space age) தொடங்கியது. USA யின் கானவெரல் முனையி லிருந்தும் (Cape Canaveral) (பின்னால் கென்னடி முனை (Cape Kennedy) என்று பெயர் மாற்றம் அடைந்தது), USSR ரின் ''நட்சத்திர நகரத்தில்'' (Star city) இருந்தும் பலவிதமான நோக்கங்களுக் காக கணக்கற்ற இராக்கெட்டுகள், விண்வெளிக் களங்கள், விண்வெளி ஆய்வு அமைப்புகள் (Probes), செயற்கைக் கோள்கள் போன்றவை புவியில் இருந்து விண்ணுக்கு அனுப்பப் பட்டன. விரைவிலேயே பிரான்ஸ், சீனா, ஜப்பான், இந்தியா போன்ற நாடுகளும் இந்தப் போட்டியில் சேர்ந்தன. USSR க்கும் USA க்கும் இடையேயான பனிப்போர் 1991ஆம் ஆண்டு USSR சிதைந்தபின் முடிந்தது. அதன்பின் சீனாவைத்தவிர ஏனைய பல நாடுகளின் அறிவியல் அறிஞர்கள், தங்களுக்கிடையே மீண்டும் தொடர்பினை ஏற்படுத்திக் கொண்ட னர். சீனாவும் கடந்த சில ஆண்டுகளில் தன்னுடைய இரும்புத்திரையை ஓரளவுக்கு விலக்கியுள்ளது குறிப்பிடத்தக்கது. சீனாவில் மேற்கொள்ளப்படும் அறிவியல் வளர்ச்சிகள் தற்பொழுது உலக நாடுகளுக்கு தெரியப் படுத்தப்படுகின்றன. இரண்டாம் உலகப் போருக்குப்பின் பல அறிவியல் அறிஞர்கள் போர்க்கருவிகள் தொடர்ந்து உண்டாக்கப்படு வதற்கு எதிர்ப்பு தெரிவித்தனர். USSR க்கு ஹைட்ரஜன் குண்டு தயாரிப்பதில் பெரும் உதவி புரிந்த ஆண்டிரி சகரோவ் (Andrei Sakharov), அணு போர்க்கருவிகள் தயாரிப்பதற்கும், ஆப்கானிஸ்தானை USSR ஆக்கிரமித்ததற்கும் எதிர்ப்பு தெரிவித்ததற்காக, மனைவியோடு வீட்டுக் காவலில் வைக்கப்பட்டார்.

குவைத்திற்கு ஆதரவாக அமெரிக்காவும், எதிராக ஈராக்கும் மேற்கொண்ட வளைகுடா போரும், உலகவர்த்தக மையத்தின் மேல்

செப்டம்பர் 11, ஆல்கொய்தா அமைப்பு மேற்கொண்ட தீவிரவாதத் தாக்குதலும், இவற்றைத் தொடர்ந்து வெளியான ஆந்த்ராக்ஸ் (anthrax) கடித மிரட்டல்களும் அறிவியலை மிகவும் அதிகமாகப் பாதித்தன. இதன் காரணமாக உயிர்த்தீவிரவாதத்தில் (bioterrorism) இருந்து அமெரிக்கா தன்னைப் பாதுகாத்துக் கொள்வதற்கான முயற்சிகளில் இறங்கியது. வேறு சில நாடுகளும் இதில் சேர்ந்து கொண்டன. பல ஆய்வுச்சாலைகளில் புதிய நுண்ணுயிர் ஆயுதங்கள் தயாரிக்கவும், அவற்றிலிருந்து பாதுகாத்துக் கொள்வதற்கான உத்திகள் பற்றிய ஆய்வுகளும் தீவிரமாக மேற்கொள்ளப் பட்டன. இதனால் அடிப்படை நுண்ணுயிரியல் (basic microbiology) ஆய்வுகள் பெருமளவு பாதிக்கப்பட்டன. மக்களின் பொது சுகாதாரத் திற்கும் இந்த நுண்ணுயிர் ஆயுதங்களினால் ஆபத்து ஏற்பட அதிக வாய்ப்புகள் ஏற்பட்டன. இத்தகைய ஆய்வுகளை எதிர்த்து இரிச்சர்ட்டு ஈபிரைட் (Richard Ebright) என்பவரின் தலைமையில் நுண்ணுயிர் அறிவியல் அறிஞர்கள் ஒரு இயக்கத்தையே தொடங்கியுள்ளனர் என்பது குறிப்பிடத்தக்கது.

அறிவியலில் மத, இன உணர்வுகளின் பாதிப்பு வெளியில் தெரியாமலேயே இருந்து வருவது மிகவும் வேதனைக்குரியது. இதில் ஆண், பெண் என்று வேறுபாடுகளும் அடங்கும். ஆண், பெண் அறிவியல் அறிஞர்கள் வேறுபடுத்தப்படுவது பல நாடுகளில் இன்றும் காணப்படுகிறது. அறிவியலில், குறிப்பாக மருந்தியலிலும், மரபியலிலும் (Heredity), தற்கால ஆய்வுகள், இனவேறுபாட்டினை வலியுறுத்தும் வகையில் வெளிவருவது தவிர்க்க முடியாததாக ஆகிவிட்டது. எடுத்துக்காட்டாக, ஜீன்களின் அடிப்படையில் மனித இனங் களிடையே வேறுபாடுகள் இருப்பதை மனித மரபியல் ஆய்வுகள் சுட்டுகின்றன. மங்கோலிய, திராவிட, ஆரிய, ஆப்பிரிக்க மற்றும் ஐரோப்பிய மனித இனங்களிடையே ஓரளவு ஜீன் வரிசை அமைவுகள் (Gene sequences) மாறுபட்டிருப்பது தெரியவந்துள்ளன. இதன் காரணமாக, ஆப்பிரிக்க வழி வந்த அமெரிக்கர்களிடமும், ஐரோப்பிய வழிவந்த அமெரிக்கர்களிடமும் ஒரே மருந்து வேறுவிதமான விளைவுகளை உண்டாக்குவதாக ஆய்வுகள் எடுத்துக்காட்டு கின்றன. நவம்பர் 2004ல் மேற்கொள்ளப்பட்ட ஒரு ஆய்வின் முடிவில் BiDil என்ற இதயநோய் மருந்து ஆப்பிரிக்கவழி வந்த அமெரிக்கர்களின் இதயநோயைத் தணிக்கவல்லதாகவும், ஐரோப்பியவழி வந்த அமெரிக்கர்களிடம் தணிக்க முடியாதவையாகவும் அறியப்பட்டது. இதனால் BiDil ''முதல் மனிதஇன சார்பு மருந்து'' (first ethnic drug) என்று மருத்துவர் களாலும் FDA (அமெரிக்க மருந்து கட்டுப்பாட் டாளர்) அமைப்பாலும் பெயரிடப்பட்ட செயல் மிகவும் வருத்தமளிப்பதாக உள்ளது; இச்செயலின் விளைவு என்னவென்றால் ஒருசில நோய்கள் ''கருப்பர் நோய்'' (Black disease) என்றும், வேறு சில ''வெள்ளையர் நோய்'' (White disease) என்றும் பாகுபடுத்தப்பட்டன. நோயின் மூலமும் மருந்துகள் மூலமும் மனித இனவேறுபாட்டினை வலியுறுத்துவது தவிர்க்கப்படவேண்டும்.

வழிவழியாக, வரலாற்றில் ஆண்களும், பெண்களும் அறிவியலிலும் வேறுபடுத்தப் பட்டிருப்பது ஒரு வேதனைக்குரிய செய்தி யாகும். கிரேக்கம், உரோம் மற்றும் அராபியப் பகுதிகளில் வரலாற்றுக் காலத்தில் பல நூற்றாண்டுகளாக ஒரு பெண் அறிவியல் அறிஞரோ தத்துவஞானியோ இருந்ததில்லை. ஜெர்மனி, இங்கிலாந்து, பிரான்ஸ் போன்ற ஐரோப்பிய நாடுகளிலும் 19ஆம் நூற்றாண்டின் முடிவு வரை பெண்கள் அறிவியல் ஆராய்ச்சி வகுப்புகளில் சேர்க்கப்படவில்லை. பெண்கள் வீட்டோடு இருக்க வேண்டும், வீட்டைப் பராமரிக்க வேண்டும், குழந்தைகளை வளர்க்க வேண்டும் என்று எதிர்பார்க்கப்பட்டனர். இவற்றையும் மீறி துளிர்த்த பெண் அறிவியல் அறிஞர்களுக்கு அடிப்படையான அறிவியல் கல்வியோ பயிற்சியோ கொடுக்கப்பட வில்லை. மரியா மிச்சல் (Maria Mitchell) (1818-1889) என்பவர் தான் USA வின் முதல் பெண்

வானியல் அறிஞர்; இவரும் இதனை ஒரு பொழுதுபோக்குச் (hobby) செயலாகத்தான் செய்து வந்தார். இவர் மேற்கொண்ட வானியல் ஆய்வின் அடிப்படையில் இவருக்கு USA வின் கடல் மாலுமிகளுக்கான வானியல் அலுவல கத்தில் (Nautical Almanac) வேலை கிடைத்தது. அங்கிருந்துகொண்டு இவர்வானியல் துறையில் பல குறிப்பிடத்தக்க ஆய்வுகளையும் படைப்பு களையும் உருவாக்கினார். 1865ஆம் ஆண்டு புதிதாக ஆரம்பிக்கப்பட்ட வஸ்ஸார் கல்லூரி யில் (Vassar College) இவர் வானியல் துறை பேராசிரியராக ஆக்கப்பட்டார். அறிவியலை முழுநேரத் தொழிலாக ஏற்படுத்திக் கொண்ட முதல் பெண்மணி இவர்தான் என்பது குறிப்பிடத்தக்கது. அறிவியல் வரலாற்றில் இது ஒரு குறிப்பிடத்தக்க எல்லைக் கல்லாகும். மேலும், சிறப்பு வாய்ந்த American Academy of Arts and Sciences ல் உறுப்பினராகச் சேர்க்கப் பட்ட முதல் பெண்ணும் இவர்தான். இறக்கும் வரை, இவர் வஸ்ஸார் கல்லூரியில் மற்ற பெண்களுக்குக் கல்வி கற்பித்ததோடு மட்டு மல்லாமல், அறிவியல் பெண்கள் உட்பட அனைவருக்கும் பொதுவானது என்று எடுத்துக் காட்டிய முதல் பெண்மணியும் இவர்தான்.

5) நெறிசார் காரணிகள்

ஏற்கனவே விவரித்தபடி, நியூட்டனின் அறிவியல் படைப்புகள், சமுதாய அமைப்புகள் மற்றும் மதிப்புகள் பற்றிய புதிய வினாக்களை எழுப்பின. அவரும் அவரைப் போன்ற பல அறிவியல் அறிஞர்களும் இயற்கைக்கே உரித்தான ''இயற்கை விதிகள்'' உள்ளன என்று எடுத்துக்காட்டினர். மனிதர்களின் நெறிகள், சமுதாய மற்றும் அரசியல் செயல்கள் போன்ற வற்றைக் கட்டுப்படுத்த இதைப்போன்ற இயற்கை விதிகள் உள்ளனவா? இம்மானுவேல் காண்ட் போன்ற தத்துவ அறிஞர்கள் அக்கால கட்டத்தில் எழுந்த புதிய விவேகத்தையும் அறிவுசார் பொலிவையும் (intellectual brilliance) விளக்குவதற்காக ''புத்தொளி'' அல்லது அறிவுஒளி அடைதல் (enlightenment) என்ற சொல்லைப் பயன்படுத்தினர். டேவிட் ஹியூம் (David Hume), இலெய்ப்னிஸ், வால்டேர், உருஸ்ஸோ மற்றும் பலர் புதிதாக ஏற்பட்டுள்ள அறிவியல் தோற்றத்தில் மனித நேயத்திற்கும் இடமளிக்கப்பட வேண்டும் என்று வாதிட்ட னர். அறிவியலைக் கடைப்பிடிக்கும்போது ஒவ்வொரு அறிவியல் அறிஞரும் நெறிசார் (ethical) எண்ணங்களுக்கு முக்கியத்துவம் கொடுக்க வேண்டும் என்று இந்த பிரான்ஸ் நாட்டு அறிஞர்கள் வலியுறுத்தினர். மதத்தின் அடிப்படையில் அறநெறித் தத்துவம் அமையக் கூடாது என்றும், மனித நேய நெறிகளின் அடிப்படையில் அது அமையவேண்டும் என்றும் இவர்கள் வலியுறுத்தினர். சமுதாய நெறிசார் அறிவியல் கருத்துகளை இவர்கள் மிகவும் ஆணித்தரமாகவும் அழுத்தமாகவும் எடுத்துரைத்தனர். டிடிராட் போன்ற எழுத்தாளர் கள் தம்முடைய நூல்களின் மூலம் நெறிசார் கருத்துக்களின் அடிப்படையில் அமையும் அறிவியலைப் பற்றிய புதிய எண்ணங்களை மக்களுக்கு வெளிப்படுத்தினர்.

உருஸ்ஸோ போன்றவர்கள் புதிய அறிவிய லையும், தொழில்நுட்பங்களையும், வெறுத்த தோடு மட்டுமல்லாது, அவை மனிதர்களின் உணர்வுகளுக்கும், மன எழுச்சிகளுக்கும் இடங்கொடாமல் போய்விடுமோ என்ற பயத்தையும் கொண்டிருந்தனர். ஜெர்மானிய அறிவியல் அறிஞரும் தத்துவஞானியுமான கதே (Goethe) போன்றவர்கள் புதிய அறிவியல் கோட்பாடுகள் (முக்கியமாக அறிவியலின் எந்திரத்தனமான தன்மைகள்) மிகவும் கர்வம் வாய்ந்தவை என்றும் மலடானவை என்றும், இயற்கை மற்றும் மனிதர்களின் அழகையும், ஆன்மிக மதிப்புகளையும் அவை முற்றிலும் களைந்து விட்டன என்றும் கருதினர். அறிவியல், கற்பனையுணர்வுக்கு எதிரி என்றும், இணக்கமற்றது என்றும் இறுக்கத் தன்மையுடை யது என்றும் கருதி பலர் அறிவியலை எதிர்க்கத் தொடங்கினர். புதிதாக ஏற்பட்ட இலட்சியவாத மற்றும் கற்பனை மயமான (idealistic and romantic) இயற்கைத் தத்துவம் மக்களின் நன்மதிப்பை அதிக அளவில் பெறத் தொடங்கியது.

19ஆம் நூற்றாண்டுக்குப் பின் அறிவியல் அறிவு மேலும் விரிவடைந்தபோது, நெறிசார் மதிப்புகளுக்கு மேலும் பல புதிய சிக்கல்களை ஏற்படுத்தியது. அறிவியல் பல பிரச்சனைகளில் சமுதாயத்தோடு மிகவும் நெருங்கியபோது, புதிய முடிவுகளை மேற்கொள்ள வேண்டிய கட்டாயம் ஏற்பட்டது. அறிவியலின் ஒருசில ஆய்வுப் பாதைகளும் அவற்றின் முடிவுகளும் சமுதாயத்தின் பல மக்களுக்கு கவலையையும் அமைதியின்மையையும் தோற்றுவித்தன. குளோனிங் (cloning), ஜீன் பரிமாற்ற உயிரினங்கள் (transgenic organisms), ஜீன் மாற்ற உணவு (genetically modified food), மனித உறுப்புகளின் தானம், பிறக்கப்போகும் குழந்தையின் பாலினை அறிந்து கொள்ளுதல், பிரதிநிதித் தாய்கள் (surrogate mothers), தண்டு செல் ஆய்வுகள் (stemcell research), பிராணிகளைப் பரிசோதனைக்காகப் பயன்படுத்துதல், அணு சக்தி போன்ற பல முக்கியப் பிரச்சனைகள் இப்பொழுது நெறிசார் விவகாரங்களாக மாறி விட்டன. இவற்றினால் மக்களுக்கு ஏற்படும் நன்மைகளைப் பற்றி எந்தவித ஐயப்பாடும் இல்லை என்ற நிலையில் கூட, இவை அனைத்தும் அறிவியலுக்கும் சமுதாயத்திற்கும் இடையே ஒரு குறிப்பிடத்தக்க இறுக்கத்தையும் அழுத்தத்தையும் ஏற்படுத்தியுள்ளன. சமுதாயத்தின் நெறிசார் மதிப்புகளையும் நம்பிக்கைகளையும் அறிவியல் அதிக அளவில் ஊடுருவும் அதே வேளையில், மக்கள் அறிவியலைக் கட்டுப்படுத்துவதிலும் அறிவியல் ஆய்வு நிகழ்ச்சி நிரல்களைச் (Research agenda) சீரமைப்பதிலும் மிகவும் அதிகமாகத் தம்மை ஈடுபடுத்திக் கொள்ள முயற்சி மேற்கொள் கின்றனர். வரலாற்றில் அறிவியல் சமுதாயத்தை மாற்றியமைத்தது; ஆனால் தற்பொழுது அறிவியலை மாற்ற சமுதாயம் கடுமையாக முயல்கிறது; அறிவியல் செல்லும் திசையின் போக்கை யாவது மாற்ற முயல்கிறது. இதுகாறும் மக்களுக்கு ஏற்படும் நன்மைகள் மற்றும் தீமைகளின் அடிப்படைகளிலேயே அறிவியல் மதிப்பீடு செய்யப்பட்டது; ஆனால், தற்பொழுது, முக்கியமாக 20ஆம் நூற்றாண்டின் கடைசி பகுதியில், அறிவியலை மதிப்பீடு செய்யவும் அதற்கு ஊக்கம் அளிக்கவும் மூன்றாவது அடிப்படையாக நெறிசார் - மதிப்புப் பரிமாணம் எழுந்துள்ளது.

கடந்த முப்பது, நாற்பது ஆண்டுகளில் அறிவியலைத் தொழிலாகக் கடைப்பிடிப்பதில் ஏற்பட்டுள்ள மற்றொரு கவலைக்கிடமான போக்கு என்னவெனில், அறிவியல் ஆய்வுகளில் இருந்து அதிக அளவில் பொருள் அனுகூலங்களைப் (materialistic benefits) பெற முயற்சி செய்வதுதான். பணத்திற்கும், பலத்திற்கும் இணையாக அறிவியல் கருதப்பட ஆரம்பிக்கப் பட்டுவிட்டது. எல்லாவித இடர்பாடுகளுக்கு இடையிலும் பயனை எதிர்நோக்காமல் தனிமனித மகிழ்ச்சிக்காகவே அறிவியல் நாட்டம் அமைந்த காலம் மாறி பணத்திற்காகவும், பலத்திற்காகவும் தான் அறிவியல் என்ற எண்ணமும் செயலும் தற்பொழுது ஓங்கி நிற்கின்றன. அறிவியல் நாட்டம் ஒரு முழுநேர தொழிலாகத் தற்போது மாறிவிட்டது. இதன் காரணமாகவே இயற்கைத் தத்துவ அறிஞர் என்ற சொல்லை 1840ஆம் ஆண்டில் நீக்கிவிட்டு அறிவியல் அறிஞர் (Scientist) என்ற சொல்லை வில்லியம் வேவெல் (William Whewell) என்பவர் உருவாக்கினார். அறிவியல் கண்டுபிடிப்புகள், படைப்புகள், கருவிகள், எண்ணங்கள், கருத்துகள் போன்றவை மக்களின் நலனுக்காகக் கட்டுப்பாடுகளின்றி எளிதாகக் கிடைத்த காலங்கள் மாறி அறிவுச் சொத்துக்களாக (intellectual properties) மாறிவிட்டன என்பது மிகவும் வருந்தத்தக்கது; இவற்றைக் காப்புறுதி செய்ய காப்புரிமைச் சட்டங்களும், TRIPs (வியாபாரத் தொடர்பான அறிவுசார் உரிமைகள் - trade-related intellectual property rights) போன்ற ஒப்பந்தங்களும் ஏற்பட்டுவிட்டன. உயிரினங்கள் கூட (நுண்ணுயிரிகள், தோட்டத் தாவர வகைகள், பயிர்த் தாவர வகைகள்) தனிமனித உரிமைப் பொருட்களாக மாறிவிட்டன. அறிவியல் தொழில் உலகமயமாக்கப்பட்டு விட்டது. அறிவியலில் அதிக முன்னேற்றம்

பெற்ற நாடுகள் இச்சூழலைத் தமக்குச் சாதக மாகப் பயன்படுத்திக் கொண்டு வளர்ந்துவரும் நாடுகளின் அறிவியல் அறிஞர்களை ஆசை காட்டி தம் பக்கம் இழுக்கத் தூண்டிலிடுவது தற்பொழுது அதிகமாகி விட்டது. தம் நாட்டில் தகுந்த வாய்ப்புகள் கிடைக்காத அறிவியல் அறிஞர்கள் இத்தூண்டிலில் சிக்குவதும் தற்போது அதிகமாகிவிட்டது.

6) தொழில் புரட்சி

அறிவியலின் போக்கையும் பாதையை யும் மாற்றிய காரணிகளில் தொழில்புரட்சி (Industrial revolution) மிகவும் முக்கியமானது. குறிப்பாக, அறிவியல் அறிவை தொழில்நுட்ப முன்னேற்றத்திற்காகப் பயன்படுத்தத் துவங்கி யதில் தொழில்புரட்சி மிகுந்த பங்கினை ஆற்றியது. அறிவியலின் படைப்புகளை எந்திரமயமாக்கியது தொழில்புரட்சி; பொருளா தார மாற்றங்களைக் குறிப்பிடத்தக்க அளவில் இப்புரட்சி உருவாக்கியது. ஏறத்தாழ 1750-1760 ஆண்டுகளுக்கிடையேதான் தொழில்புரட்சி முதன்முதலில் பிரிட்டனில் தோன்றியது. விவசாயம், ஜவுளி போன்ற தொழில்களில் எந்திரங்கள் புகுத்தப்பட்டன. நீரிலிருந்து மின்சாரம் பெறப்பட்டது. நீராவி எஞ்சினின் கண்டுபிடிப்பால் போக்குவரத்தும் தகவல் தொடர்பும் துரிதமாக்கப்பட்டன; சுரங்கத் தொழிலும், உலோகம் தொடர்பான தொழில் களும் குறிப்பிடத்தக்க மாற்றங்களை அடைந் தன. தொழில்புரட்சியினால் சமுதாயத்திலும் சூழலிலும் ஏற்பட்ட விளைவுகள் அனைத்துமே உடன்பாடானதாக (positive) இல்லை. அறிவியல் மற்றும் தொழில்நுட்ப வளர்ச்சிகள் பலரை ஆத்திரமடையச் செய்தன. வாழ்க்கை எந்திர மயமானது; வேலை நேரம் நீண்ட தாகவும் தீவிரமானதாகவும் ஆனது; வேலையும் திரும்பத் திரும்ப ஒரே மாதிரியானதாக மாறியது; வேலைச் சூழல்கள் மகிழ்ச்சியற்ற தாகவும், பாதுகாப்பற்றதாகவும் மாறின. மாசுறுத்திகள் மற்றும் நச்சுப் பொருட்கள் ஆகியவற்றின் தாக்கத்திற்கு மனிதர்கள் அதிக நேரம் உள்ளாக்கப்பட்டனர். தன்வீட்டில் இயல்பான சூழலிலும் சுதந்திரமாகவும் செயல் பட்ட தொழிலாளிகள் அவற்றையெல்லாம் இழந்தனர். சூழல் அதிக சத்தமாகவும், அசுத்தமாகவும் மாறியது. எனினும், தொழில் புரட்சி மனிதனின் சராசரி வாழ்க்கைத் தரத்தை உயர்த்தியது; சமுதாயத்தில் குறிப்பிடத்தக்க நன்மாற்றங்களை ஏற்படுத்தியது. தொழில் நுட்பம் அறிவியலை விட உயர்ந்த நிலையை அடைந்தது. தொழில்புரட்சி மனிதர்களின் வாழ்க்கை முறையையும், தொழில் முறையை யும் முற்றும் மாற்றியமைத்தது என்று கூறினால் அது மிகையாகாது.

7) மற்ற காரணிகள்

அ) பணவசதி

20ஆம் நூற்றாண்டின் பின் பகுதியில், அறிவியலைப் பாதித்த மிக முக்கிய காரணி, அறிவியலைத் தொழிலாகச் செயல்படுத்து வதில் ஏற்படும் செலவுதான். 1945ஆம் ஆண்டுக்குப் பின் ''பெரிய அறிவியல்'' (Big science) உதயமாயிற்று. துகள் இயற்பியல் (Particle Physics), விண்வெளி ஆய்வு, அணுசக்தி மற்றும் மிகப் பெரிய கணினிகள் (Computers) தொடர் பான அறிவியல் முயற்சிகள் அனைத்தும் அதிக பணச் செலவினைத் தோற்றுவித்தன. இதனால் இத்துறைகள் தொடர்பான அறிவியல் ஆய்வு களை பணக்கார நாடுகள்தான் செய்ய முடிந்தது. இரண்டாம் உலகப் போரின் விளைவுகளில் இருந்து எழமுடியாத ஒருசில ஐரோப்பிய நாடுகள் கூட இத்தகைய ஆய்வுகளில் உடனே ஈடுபடமுடியவில்லை. இத்தகைய ஆய்வுத் துறைகளில் ஈடுபாடுடைய ஜப்பான், சீனா, ஐரோப்பிய நாடுகள், இந்தியா போன்றவற்றைச் சேர்ந்த அறிவியல் வல்லுநர்கள் அமெரிக்காவில் தஞ்சம் அடைந்தனர். இதன் காரணமாக ஒரு சில அறிவியல் ஆய்வுத் துறைகள் பணக்கார நாடுகளின் தனி உரிமைகளாகக் கூட மாறி விட்டன.

ஆ] மூடநம்பிக்கைகள்

வரலாற்றின் பல்வேறு காலகட்டங்களில் அறிவியலின் முன்னேற்றம் மூடநம்பிக்கைகளினால் (Superstitions) மிகவும் பாதிப்பு அடைந்துள்ளது. இயற்கையின் மர்மங்கள் மற்றும் செயல்பாடுகள் பற்றிய அறிவீனம் தான் மூடநம்பிக்கைகள் தோன்ற காரணமாகத் திகழ்ந்தது. எந்தவொரு இயற்கை மர்மத்திற்கும், நிகழ்விற்கும் போதிய அளவு சரியான முறையில் விளக்கம் கொடுக்கப்பட்ட பின், அது தொடர்பான மூடநம்பிக்கைகளும் உடனே மறைய வேண்டும். ஆனால், இது நடைமுறையில் எப்பொழுதும் நிகழ்வதில்லை. இதற்குக் காரணம்மனிதர்களிடையே சரியான அறிவியல் மனப்போக்கு (scientific temper) இல்லாமல் இருப்பதுதான். மேலும் மனிதர்களின் மனதில் பன்னெடுங்காலமாக ஆழப் பதிந்த ஒரு நம்பிக்கையை அது தவறு என்று நிரூபிக்கப் பட்ட பின்பும் மிகவும் எளிதாக அழிக்க முடியாது; இந்த நம்பிக்கைகள் வாழையடி வாழையாக மக்களின் ஆன்மிக மற்றும் பண்பாட்டு மரபுகளோடு பிரிக்க முடியாதபடி பின்னப்பட்டுவிட்டன. இதற்கு எடுத்துக் காட்டாக, நம்முடைய பண்டைய சமுதாயங்களால் கோள்களுக்கும், சந்திரனுக்கும் இருப்பதாக நம்பப்பட்டு வந்த மாய சக்திகளைக் கூறலாம். இந்த நம்பிக்கைகள், கோள்கள் மற்றும் சந்திரனைப் பற்றி நம்முடைய முன்னோர்களுக்கு இருந்த அறிவீனத்தின் அடிப்படையில் எழுந்தவை. ஆனால், இப்பொழுது வானியல் ஆய்வுகள் கோள்களைப் பற்றியும், சந்திரனைப் பற்றியும் எல்லா விவரங்களையும் கொடுத்த பின், நம் முன்னோர்கள் கொண்டிருந்த நம்பிக்கைகள் அனைத்தும் அடிப்படை ஆதாரமற்றவை என்று தற்போதைய மக்கள் புரிந்து கொள்வார்கள் என எதிர்பார்த்தும் இது நடக்கவில்லை. நம்முடைய எதிர்காலம் நம் கையில்தான் இருக்கிறது, கோள்களிடமோ சந்திரனிடமோ, நட்சத்திரங்களிடமோ இல்லை என்பதை நம்மில் பலர் இன்னும் அறிந்து கொள்ளவில்லை. நம்மில் பலர் (அறிவியல் அறிஞர்கள் உட்பட) இன்றும் சோதிடர்களின் முன்கூட்டிச் சொல்லும் ''திறனில்'' அசையாத நம்பிக்கையைக் கொண்டுள்ளனர். இதனை பார்னும் விளைவு (Barnum effect)[1] என்று ஒரு சிலர் குறிப்பிடுவர். ஒரு சோதிடர் ஒருவருக்கு சோதிடப் பலன் கூறும்போது பயன்படுத்தும் சொற்கள் குறிப்பாக இல்லாமலும் (Vague) பரவலாகவும் (all pervasive), ஒரு சில பலன்களாவது எல்லோருக்கும் பொருந்தும் வகையில் அமைவதாகவும், பலன் கேட்பவரைச் சோதிடத்தில் மேலும் நம்பிக்கை கொள்ளும் வகையிலும் அமைவதாகவும் இருக்கும் என்பதைத்தான் பார்னும் விளைவு விளக்குகிறது. இந்தியாவின் பல்கலைக்கழக மானியக்குழு (UGC) சோதிடவியலை ஒரு அறிவியல் பாடமாக அறிவித்த போது, அதற்கு கடும் எதிர்ப்புகள் கிளம்பின. ஆதரவாகவும் பலர் பேசினர்; எழுதினர். ஆதரவாளர்களில் பலர் அறிவியல் அறிஞர்கள் என்பது குறிப்பிடத்தக்கது.

இ] தற்செயல்

தற்செயல் நிகழ்வுகள் அறிவியல் முன்னேற்றத்திற்குப் பெருமளவில் துணை புரிந்துள்ளன என்பது வரலாற்றுச் செய்திகளில் இருந்து தெரியவருகிறது. எதிர்பாராமல் அதிர்ஷ்டவசமாக பல முக்கிய அறிவியல் கண்டுபிடிப்புகள் தற்செயல் நிகழச்சிகளாலோ, உற்றுநோக்கல்களாலோ நிகழ்ந்திருக்கின்றன.

1. பார்னும் என்ற சர்க்கஸ் (circus) சொந்தக்காரரின் பெயரால் இந்தக் கருத்துரு உருவானது. ஒருமுறை அவருடைய சர்க்கஸ் காட்சிகள் மட்டும் ஏன் மக்களை ஈர்க்கிறது என்று அவரை வினவியபோது, தன்னுடைய சர்க்கஸ் காட்சிகள் பலவற்றில் ஏதாவது ஒன்றாவது எல்லோரையும் ஈர்க்கும் வகையில் அமைக்கப்படும் என்று கூறினார். இதேபோன்று சோதிடர் கூறும் பலன்களில் ஏதாவது ஒன்றாவது எல்லோரையும் ஈர்க்கும் வண்ணம் அமையும் என்பதால், இக்கருத்துரு பார்னும் விளைவு என்று அழைக்கப்படுகிறது.

இராய்ஸ்டன் இராபர்ட்ஸ் (Royston Roberts) என்பவர் 1989ஆம் ஆண்டு எழுதிய நூலில் இத்தகைய தற்செயல் அறிவியல் கண்டுபிடிப்பு நிகழ்வுகள் பலவற்றைத் தொகுத்துத் தந்துள்ளார். ஆர்க்கிமிடிஸில் ஆரம்பித்து (நீர்த் தொட்டியில் குளிக்கும்போது அவரால் உணரப்பட்ட மிதத்தல் பற்றிய விதிகள்) அவர் குறிப்பிட்டுள்ள முக்கிய தற்செயல் கண்டுபிடிப்புகள் பின்வருமாறு : நியூட்டனின் புவிஈர்ப்பு விசை பற்றிய கொள்கைகள் (ஆப்பிள் விழுவதிலிருந்து பெற்ற சிந்தனை) லூயிபாஸ்டர் டார்டாரிக் அமிலத்தில் சுழிவகைகளைக் (Chiral forms) கண்டுபிடித்தது, பென்சீனின் (Benzene) வேதிய அமைப்பை கெகுலே (Kekule) நிர்ணயம் செய்தது, இரான்டஜென் (Rontgen) X கதிர் கண்டுபிடித்தது, பேக்ரல் (Becquerel) இயற்கைக் கதிரியக்கத்தை அறிந்து கொண்டது, பிளெமிங்கின் பெனிசிலின் (Penicillin) கண்டுபிடிப்பு, கூனின் முன்னுதாரண மாற்றம் போன்றவை. தற்செயல் கண்டுபிடிப்புகளை, அறிவியல் அறிஞர்கள் எதிர்நோக்கும் தன்மையுடையவராக இருந்தால் மட்டுமே அடைய முடியும் (chance favours only the prepared mind) என்ற லூயி பாஸ்டரின் கூற்று இங்கு குறிப்பிடத்தக்கது.

8) இந்தியாவில் அறிவியலைப் பாதித்த காரணிகள்

இந்திய அறிவியல் வரலாற்றைப் பொறுத்த வரை, ஆர்யபட்டாவில் தொடங்கி இரண்டாவது பாஸ்கரா காலம் முடிய (CE 5 முதல் 12 நூற்றாண்டு வரை) இருந்த காலம் அறிவியலில் சிறந்த நிலையைப் பெற்றதாகும். இக்காலத்தில் அரேபியாவிலோ அல்லது ஐரோப்பாவிலோ இருந்த அறிவியல் முன்னேற்றத்தைவிட, இந்தியாவில் முன்னேற்றம் அதிகமாக இருந்தது. அல்-பிரூனி (Al-Biruni) போன்ற அராபிய அறிஞர்கள் இந்தியாவிற்கு வந்து வட மொழியைக் (Sanskrit) கற்று பிரம்மகுப்தா (Brahmagupta) மற்றும் வேறு சில இந்திய அறிஞர்களின் படைப்பை அராபிய மொழியில் மொழிபெயர்ப்பு செய்தனர். ஆனால், 12ஆம் நூற்றாண்டுக்குப் பின்பு இந்தியாவில் அறிவியல் மிகுந்த தொய்வை அடைந்தது. இதற்குக் காரணங்களாக ஜெயந்த் நார்லிகர் (Jayant Narlikar 2003) பின்வருபவனவற்றைக் கூறுகிறார்.

i) இந்தியாவில் அறிவியலுக்குத் தேவையான ஆதரவு கொடுக்கப்படவில்லை. இலக்கியம், இசை மற்றும் வேறுசில கலைகளுக்கு இருந்த அளவுக்கு ஆதரவு அறிவியலுக்கு இல்லை. அரசர்களால் ஆதரவு கொடுக்கப்பட்ட எந்த ஒரு அறிவியல் அறிஞரும் இருந்ததற்கு ஆதாரம் இல்லை.

ii) மக்களின் முக்கியமான அடிப்படைத் தேவைகளைக் கவனித்துக் கொள்ள வேண்டிய அளவுக்குத் தொழில் நுட்பங்கள் இருந்ததால், மக்களிடையே ஒரு மெத்தனப்போக்கு மேம்பட்டு புதிய அறிவியல் முயற்சிகளில் அவர்களின் நாட்டம் செல்லவில்லை.

iii) மக்களிடையே மூட நம்பிக்கைகளும் ஆன்மீகத் தடைகளும் பரவிக் காணப்பட்டன; இவை அறிவியலை ஊக்குவிக்கவில்லை.

iv) கணிதவியல் போன்ற கொள்கை சார் அறிவியல் (theoretical science) அறிஞர்கள் அதிகமாகக் காணப்பட்டார்கள்; ஆனால் தேர்ந்தாய்தல் அறிவியல் அறிஞர்கள் (experimental scientists) இல்லை.

v) அவ்வாறு இருந்த ஒரு சில அறிவியல் அறிஞர்களிடமும் தொழில்சார் மனப்பான்மையும் (Professionalism), அறிவியலைச் சிறப்படையச் செய்யவேண்டும் என்ற எண்ணமும் காணப்படவில்லை.

vi) மனப்பாடம் செய்யும் கற்றல் முறைக்கு அதிக முக்கியத்துவம் கொடுக்கப்பட்டது; சுய சிந்தனைக்கும் ஆக்கபூர்வ முயற்சிகளுக்கும் ஆதரவும் உற்சாகமும் தரப்படவில்லை.

vii) சமுதாயம் பல மட்டங்களாகப் பிரிக்கப் பட்டதாலும், சாதி சமய ஆதிக்கத்திற்கு உட்பட்டிருந்தாலும் அறிவியல் வளர்ச்சி அடையவில்லை. கல்வி, முக்கியமாக அறிவியல் கல்வி, சமுதாயத்தில் பெரும்பகுதி மக்களுக்கு மறுக்கப்பட்டது.

viii) மாணவர்கள் தமக்குப் பிடித்த பாடத் துறையைத் (முக்கியமாக அறிவியலில்) தேர்ந்தெடுக்க உரிமை கொடுக்கப்படுவதில்லை. எந்தத் துறையில் சேர்ந்து கல்வி பயில வேண்டும் என்பதை மாணவர்களின் பெற்றோர்கள் நிர்ணயம் செய்யும் அவலம் இங்குதான் உள்ளது.

ix) பொதுவாகவே, தற்கால மாணவர்கள் அறிவியல் சார் வாழ்க்கைப் பணித் துறைகளில் நாட்டமில்லாமல் தமக்கு எந்தத் துறைகள் (முக்கியமாக தொழில் கல்விகளில்) வேலைவாய்ப்பைத் தருமோ அதில் தம்மை இணைவு செய்து கொள்ள முயல்கின்றனர்.

மேலே கூறிய காரணங்கள் எல்லோருக்கும் பொருந்தும். ஆனால் அறிவியலிலும் அறிவியல் கல்விகளிலும் பெண்கள் ஈடுபடுவது குறித்து அவர்களுக்கே உரித்தான பிரச்சனைகள் பல உள்ளன. காலந்தொட்டும் பெண் கல்வி ஒதுக்கப்பட்டிருக்கிறது; ஒடுக்கப்பட்டிருக்கிறது. 2005ஆம் ஆண்டு இந்திய நாட்டு அறிவியல் அகடமி மேற்கொண்ட ஒரு ஆய்வின் முடிவுகள்படி, பலகாலமாக நமது பண்பாட்டிலேயே பெண்கல்வி ஒடுக்கம் ஊறி வந்துள்ளது என்பதும் அவர்கள் அறிவியல் துறைக் கல்விகளில் (குறிப்பாக, இயல்பு அறிவியல் மற்றும் கணிதவியலில்) சேர்வதற்கு கடும் தடைகள் இருந்திருக்கின்றன என்பதும் தெரிய வருகிறது. இத்துறைகள் அனைத்தும் ஆண்களுக்கே உரித்தானவை என்ற மனப்பாங்கு மிகவும் ஆழமாக வேரூன்றி இருந்திருக்கிறது. பெண்களின் கல்வி குடும்பத்தால் நிர்ணயிக்கப்படக் கூடியதாகவும், குடும்பச் சூழ்நிலைகளுக்கு ஏற்பவும், குடும்பத்தில் ஆண்களுக்கு கொடுக்கப்படும் முன்னுரிமைகளுக்குக் கட்டுப்படுவதாகவும், பெண்களின் திருமணத்தைப் பொருத்தும், குடும்பத்தின் பெருமையைப் பொருத்தும் அமைவதாக இருந்து வந்துள்ளது; இப்பொழுதும் உள்ளது.

III

பிரபஞ்சமும், புவியும்

1) நம்முடைய சூரிய குடும்பம்

அ] சூரிய குடும்பத்தைப் பற்றிய அடிப்படைக் கருத்துருக்களின் வளர்ச்சி

4000 வருடங்களுக்கு முன்பே மெசோபொடோமியாவில் (Mesopotomia) வாழ்ந்த பாபிலோனியர்கள், இன்று நம்மிடம் காணப்படும் கருவிகள் அவர்களிடம் இல்லாதபோதும், தினமும் இரவு நேர வானத்தை உற்று நோக்கி தம்முடைய அனுபவங்களையும் முடிவுகளையும் களிமண் பலகைகளில் (clay tables) குறித்து வைத்தனர். பிரபஞ்சம் ஒரு மூடியபெட்டி அல்லது அறை என்றும், புவி அதன் தரை போன்றது என்றும் அவர்கள் கருதினர். BCE 600ம் ஆண்டைச் சேர்ந்த அவர்களுடைய ஒரு ஆவணத்தில் வானத்தில் சூரியன் மற்றும் சந்திரன் ஆகியவை ஒன்றை ஒன்று சார்ந்து அமையும் இடங்களும், எப்பொழுது கிரகணங்கள் (eclipses) தோன்றும் என்பதும் முன்கூட்டியே கணிக்கப்பட்டுள்ளது தெரிய வருகிறது. இன்று நாம் பயன்படுத்தும் நாள்காட்டியின் (calendar) முன்வடிவத்தை அவர்கள்தான் உருவாக்கினார்கள். உரூக் (Uruk), சிப்பார் (Sippar) மற்றும் போரிசிப்பா (Borisippa) ஆகிய மூன்று பாபிலோனிய அறிவியல் பள்ளிகள்தான் வானியல் அறிவியலைத் தொடங்கியவை என்று உரிமை கொண்டாடுவதில் ஆதாரமுள்ளது.

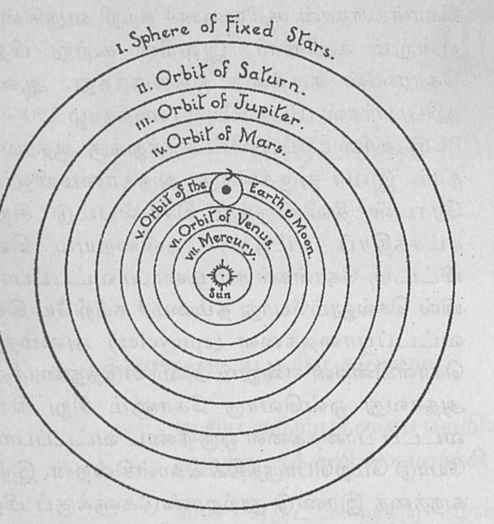
மில்லிடஸ் நகரைச் சார்ந்த தேலீஸ் (ஏறத்தாழ 623 - 546 BCE) புவி கடல்போன்ற நீரில் மிதக்கிறது என்று கருதினார். அனாக்சிமேண்டர் (610-545 BCE) புவியின் வெளிப்பரப்பு வளைந்தது என்றும் அது நீண்ட உருளை வடிவம் கொண்டது என்றும் நினைத்தார்; வானம் கோள வடிவமானது என்றும் அது புவியை முழுதும் சூழ்ந்துள்ளது என்றும் அவர் கருதினார். அனாக்சிமினீஸ் (ஏறத்தாழ 570-526 BCE) என்ற அனாக்சிமேண்டரின் மாணவர், கோள்களுக்கிடையே (planets) உள்ள வேறுபாடுகளை முதலில் சுட்டிக்காட்டியவர்; குறிப்பாக செவ்வாயும் வெள்ளியும் தனித்தனியான கோள்கள் என்று எடுத்துக்காட்டியவர் இவர்தான். பித்தக்கோரஸ் (Pythagoras) (ஏறத்தாழ 560 BCE) புவி சூரிய குடும்பத்தின் (solar family) மையம் அல்ல என்றும், அது சூரியனைச் சுற்றி வருகிறது என்றும்

கூறினார். சூரியன் ஒரு நெருப்புக் கோளம் என்றும், புவியும் பிரபஞ்சமும் கோள வடிவம் கொண்டவை என்றும், சூரியன், சந்திரன் மற்றும் கோள்கள் வட்டப் பாதைகளில் தனித் தனியாக இயங்குகின்றன என்றும் எடுத்துரைத் தார்.

அனக்சகோரஸ் (ஏறத்தாழ 500 - 436 BCE) புவியில் விழும் ஒளிக்கதிர்கள் நெருப்புக் கோளமான சூரியனிலிருந்து வருபவை என்றும், சந்திரன் ''காட்டும்'' ஒளியும் சூரிய ஒளியின் பிரதிபலிப்பே என்றும் கூறினார். மேலும், சந்திரன் புவியைப் போன்றது என்றும், அங்கு மலைகளும் பள்ளத்தாக்குகளும் உள்ளன என்றும், மக்கள் அங்கு வசிக்கக்கூடிய சாத்தியக் கூறுகள் காணப்படுவதாகவும் அவர் எண்ணி னார். சந்திரனில் அமாவாசை மற்றும் பௌர்ணமி மாற்றங்களைப் பற்றியும், சூரிய கிரணங்கள் அவற்றின் இயக்கங்களின் காரண மாகத் தான் ஏற்படுகின்றன என்றும் அவர் கூறினார். யூடாக்சஸ் (Eudoxus) (ஏறத்தாழ 367 BCE) இக்கருத்துக்களுக்கு மேலும் வலிவூட்டி னார். அரிஸ்டாட்டில் (ஏறத்தாழ 384 - 322 BCE) பிரபஞ்சம் எல்லையுடையது என்றும் வட்டப் பாதையில் இயங்கும் கோள்கள் அனைத்துமே ஈதர் (ether) என்ற பருப்பொருளால் (matter) ஆனவை என்றும் கூறினார். கோள்களுக்கு இடையே காணப்படும் இடங்களிலும் (space) ஈதரின் வாயுத் துகள்கள் பரவிக் காணப்படு கின்றன என்றும், ''இயற்கை வெற்றிடத்தை வெறுக்கிறது'' என்றும் கூறினார். முழு பிரபஞ்சமும் (சூரியன், கோள்கள், சந்திரன், நட்சத்திரங்கள் உட்பட) மொத்தத்தில் 55 கோளங்களைக் கொண்டது என்றும் அவர் கூறி னார். பிரபஞ்சத்தில் காணப்படும் ஒவ்வொரு பொருளும் ஒரு குறிப்பிட்ட நோக்கத்துடன்தான் படைக்கப்பட்டுள்ளன என்று அவர் கருதினார்.

சாமோஸ் நகரத்தைச் சார்ந்த அரிஸ் டார்கஸ் (Aristarchus of Samos), (ஏறத்தாழ 310 - 230 BCE) சூரியனும் நட்சத்திரங்களும் புவியைச் சுற்றி வருகின்றன என்ற அரிஸ்டாட்டிலின் கருத்து தவறு என்றும், புவி, சந்திரன் மற்றும் கோள்கள்தான் சூரியனைச் சுற்றி வருகின்றன என்றும் கூறினார். இவரின் கூற்று பித்தக் கோரஸின் கருத்தை ஒத்திருந்தது. ஆனால் ஹிப்பார்கஸ் (Hipparchus) (ஏறத்தாழ 190 - 120 BCE) அரிஸ்டாட்டிலின் கருத்துக்கு ஆதரவளித் தார். இவர் துருக்கிக்கு அருகாமையிலுள்ள ரோடஸ் தீவிலிருந்து செயல்பட்டு சிறந்த நட்சத்திரப் பட்டியல் ஒன்றையும் வெளி யிட்டார். கோள்கள் தம்முடைய வட்டப்பாதை யில் செல்லும்போது தம்மைச் சுற்றியே கிளை வட்டப்பாதைகளை (epicycles) அமைத்துக் கொள்கின்றன என்றும் அவர் எடுத்துரைத்தார். அதாவது ஒவ்வொரு கோளும் சிறு கிளை வட்டப் பாதைகளை ஒரு நீண்ட வட்டப்பாதை யோடு மேற்பொருத்திக் கொள்கின்றன. இந்தக் கருத்தை இரண்டு நூற்றாண்டுகளுக்குப் பிறகு டாலுமீ (100 - 170 CE) ஏற்றுக்கொண்டார் என்பது குறிப்பிடத்தக்கது. ஹிப்பார்கஸ் போன்ற முன்னோடிகளின் படைப்புகளின் அடிப்படை யிலும் தன்னுடைய சொந்த ஆய்வின் அடிப்படையிலும் டாலுமீ பிரபஞ்சத்தைப் பற்றிய ஒரு முன்வடிவத்தை (model) தன்னுடைய **Almagest** என்ற நூலில் கொடுத்தார். இவருடைய கருத்துப்படி, புவி பிரபஞ்சத்தின் மையத்தில் அமைந்த கோளம்; கோள்கள், சூரியன், சந்திரன் போன்றவை புவியைச் சுற்றி வெவ்வேறு தூரங்களில் அமைந்த வட்டப் பாதைகளில் (அருகில் சந்திரன், பின்பு வெள்ளி, புதன், சூரியன், செவ்வாய், வியாழன், சனி) வலம் வருகின்றன. ஒவ்வொன்றின் தம்மைத் தாமே சுற்றிக் கொள்ளும் சிறு கிளை வட்டப் பாதைகள் அவற்றின் பெரிய வட்டப்பாதை யோடு மேற்பொருத்தப்படுகின்றன.

டாலுமீயின் பிரபஞ்சக் கொள்கையைப் போலந்து நாட்டைச் சார்ந்த நிக்கோலஸ் கோபுர்னுகஸ் (1473 - 1543) தகர்க்கும் வரை அது மேலும் 14 நூற்றாண்டுகளுக்கு நிலைத்து நின்றது. தாமிர வியாபாரக் குடும்பத்தைச் சார்ந்த கோபுர்னுகஸ் சர்ச் சட்டத்தில் பட்டம் பெற்று தன்னுடைய 22ஆம் வயதில் பிராய்ன்பெர்க் (Frauenberg) தேவாலயத்தில் சேர்ந்தார்.

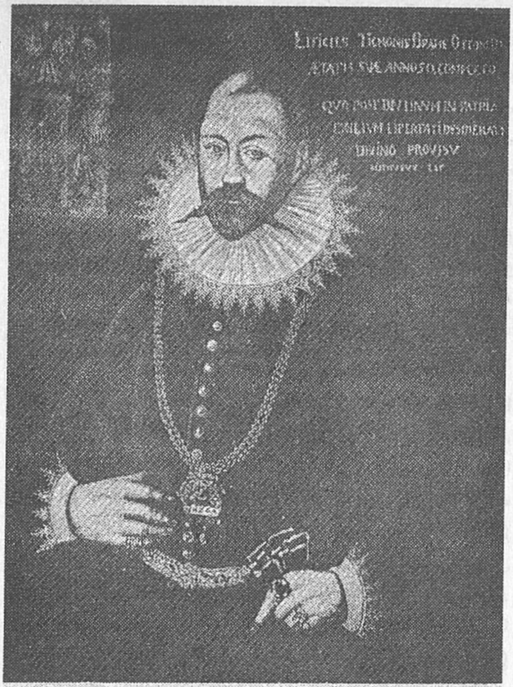


Illustr. 3.—The Universe according to Copernicus

படம் III.1. கோபுர்னுகஸ் உருவாக்கிய சூரியமைய பிரபஞ்ச உருப்படிவம்

போலோனா, பதுவா (Padua) மற்றும் பெர்ரார்ரா (Ferrara) பல்கலைக்கழகங்களில் சட்டம் மற்றும் மருத்துவத்தில் பட்டம் பெற்ற இவருக்கு, வானியலிலும் கணிதவியலிலும் அதிக நாட்டம் ஏற்பட்டது. டாலுமீயின் புவி மையப் பிரபஞ்சக் கொள்கையில் (geocentric universe) உள்ள சிக்கல்கள் அவரை மிகவும் பாதித்தது. மேலும் டாலுமீயின் கருத்துக்கள் பல நேரடி நோக்கல் களுக்கு எதிரானவைகளாக இருந்தன. எனவே அவர் பித்தக்கோரஸ் மற்றும் அரிஸ்டார்கஸ் போன்றவர்களின் கருத்துகளின் அடிப்படை யிலும் தன்னுடைய ஆய்வுகளின் அடிப்படை யிலும் ஒரு எளிய சூரிய - மைய பிரபஞ்ச முன்வடிவத்தை (Heliocentric model of universe) கொண்டு வந்தார் (படம் III-1). இதன்படி, புவியும் மற்ற கோள்களும் சூரியனை மைய மாகக் கொண்டு வட்டப் பாதைகளில் வலம் வருகின்றன. இக்கருத்தை தன்னுடைய **De revolutionibus orbium coelestium (= கோள்களின் வட்ட இயக்கம்)** என்ற புத்தகத்தில் 1540ஆம் ஆண்டு வெளியிட்டார். இந்த மையக் கருத்தினைத் தவிர வேறுசில கருத்துக்களும் இந் நூலில் அடங்கியுள்ளன. இவற்றில் முக்கிய மானவை : புவியும் தன்னுடைய அச்சை சுற்றி ஒவ்வொரு 24 மணிநேரத்திற்குள் ஒருமுறை சுழல்கிறது. இதன் காரணமாகவே பூமியைச் சுற்றி மற்ற கோள்கள் இயங்குவது போன்ற ஒரு மாயை ஏற்படுகிறது. பூமியின் குறுகிய வட்டப்பாதை சுழற்சியின் காரணமாகவே மற்ற கோள்கள் (பெரிய வட்டப்பாதையில் சுழல் வதால்) எதிர்த் திசையில் சுற்றுவது போன்ற மற்றொரு மாயையும் ஏற்படுகிறது.

தொலைநோக்கிகள் கண்டுபிடிப்பதற்கு முன்பே வானியல் துறையில் மிகவும் சிறந்து விளங்கியவர் டென்மார்க்கைச் சேர்ந்த டைகோ பிராஹ் (1546 - 1601) (படம் III-2). தன்னுடைய 14ஆம் வயதிலேயே வான்வெளியை ஆய்வு செய்யத் தொடங்கிய இவர் மிகப் பெரிய செல்வந்தராவர். அன்றைய டென்மார்க் மன்னன் இரண்டாம் ஃபிரடெரிக் உதவியோடு, கோபன்ஹாகன் நகரத்திற்கு அருகாமையில் உள்ள ஒரு தீவில் ஒரு சிறந்த வானியல் ஆய்வு நிலையத்தை இவர் நிறுவி ஆய்வுகள் பல மேற்கொண்டார். இவர் வானியல் பற்றி சேகரித்த செய்திகளும் விவரங்களும் விலை மதிப்பற்றவை; மிகவும் முக்கியத்துவம் வாய்ந்தவை. டாலுமீயின் கொள்கையில் மிகுந்த ஈடுபாடு கொண்ட இவர், கோபுர்னு கஸின் கொள்கையிலிருந்தும் ஒருசில விவரங் களை எடுத்துக்கொண்டு இரண்டிற்கும் இடைப்பட்ட பிரபஞ்சத்தைப் பற்றிய ஒரு முன்வடிவத்தை 1583ஆம் ஆண்டு உருவாக்கி னார்; இதன்படி, கோள்கள் சூரியனைச் சுற்றி வருகின்றன; ஆனால் சூரியனோ பூமியைச் சுற்றி வருகிறது. டைகோவின் வானியல் ஆய்வு நிலையம் அவரிடமிருந்து இரண்டாம் பிரடெரிக் மன்னனுக்குப் பிறகு வந்த நான்கா வது கிறிஸ்டியனால் பறிக்கப்பட்டது. இதனால் அவர் அங்கிருந்து வெளியேறி பிராகா (Prague) நகருக்கு குடியேறினார். அவர் ஏற்கனவே சேகரித்து வைத்திருந்த ஏராளமான வானியல் தகவல்களை ஆய்வுசெய்ய அவருக்கு ஒரு உதவியாளர் தேவைப்பட்டது. 1599ஆம் ஆண்டு



படம் III.2. டைகோ பிராஹு

படம் III.3. கோயான்னஸ் கெப்லர்

யோகான்னஸ் கெப்லர் (படம் III.3) டைகோ வின் உதவியாள ராகச் சேர்ந்தார். கெப்லரின் வானியல் அறிவை விட அவருடைய கணித வியல் அறிவு டைகோ வை மிகவும் கவர்ந்தது. ஆனால் இருவரிடமும் உறவு சுமுகமாக இல்லை. டைகோ கெப்லரிடம் தேவைப்பட்ட வானியல் தகவல்களைக் கொடுப்பதற்கு தயக்கம் காட்டினார். இதனால் கெப்லர் அங்கிருந்து உடனே சென்றுவிடப் போவதாக டைகோவை அடிக்கடி மிரட்டி வந்தார். கடைசியில் டைகோ கெப்லரிடம் தான் திரட்டிய செவ்வாய் கோளைப் பற்றிய அனைத்து விவரங்களையும், தகவல் களையும் அளித்து ஆய்வு மேற்கொள்ளும்படி பணித்தார். கெப்லரும் எட்டு நாட்களுக்குள் ஆய்வை முடித்து விடுவதாக டைகோவிடம் சவால் விட்டார். ஆனால் செவ்வாய் கோள் இரவில் எளிதாகக் காணக்கூடியதாக இருந்தாலும் அதனுடைய இயக்கம் எளிதாக விளக்க முடியா தது என்பதும், எல்லோருடைய எதிர்பார்பை யும் ஏமாற்றக் கூடியது என்பதும் கெப்லருக்கு தெரியாத விவரமாகும். எட்டு நாட்களுக்குள் முடிப்பேன் என்று சவால் விட்ட கெப்லர் தம்முடைய ஆய்வை முடிக்க எட்டு வருடங்கள் எடுத்துக்கொள்ள வேண்டியதாயிற்று. கெப்லர் தம்முடைய ஆய்வை முடித்தபோது, கோள் களின் இயக்கத்தைப் பொருத்த வரை டாலுமீ, கோபுர்னுகஸ் மற்றும் டைகோ ஆகிய மூவருமே ஒரு சில கருத்துக்களில் தவறு செய்துள்ளனர் என்று எடுத்துக் காட்டினார். ஆனால் அவர் தன் முடிவை அறிவித்தபோது டைகோ உயிரோடு இல்லை.

செவ்வாய் சூரியனைச் சுற்றும்போது எடுத்துக் கொள்ளக்கூடிய வேகம் வேறு பட்டிருப்பதற்குக் காரணம், அது வட்டப் பாதையில் சுற்றுவதில்லை என்பதும், நீள்வட்டப் பாதையில் (elliptical path) சுற்றுகிறது என்றும், செவ்வாய் கோள் சூரியனுக்கு அருகாமையில் வரும்போது வேகமாகவும், அதிலிருந்து விலகும்போது மெதுவாகவும் சுற்றுகிறது என்றும் அவர் நிரூபித்தார். இதே போன்று தான் எல்லாக் கோள்களுமே சூரியனை வட்டப் பாதையில் சுற்றாமல் நீள்வட்டப் பாதையில் சுற்றுகின்றன என்றும் அவர் நிரூபித்தார். தன்னுடைய முடிவுகளை 1600ஆம் வருடம் எழுதிய **Astronomica Nova (= புதிய வானியல்)** என்ற நூலில் வெளிப்படுத்தினார். இதில் கோள்களின் இயக்கம் பற்றிய அவருடைய முதல் இரண்டு விதிகளும் விளக்கப்பட்டுள்ளன. அவருடைய மூன்றாவது விதி அவருடைய இன்னொரு புத்தகமான **Harmonices Mundi (= உலகின் இணக்கங்கள்)** என்பதில் வெளியிடப்பட்டது. கெப்லருக்குப் பின்னால் செய்யப்பட்ட வானியல் ஆய்வுகள், கெப்லரின் விதிகள் பிரபஞ்சத்தின் மற்ற உறுப்பு கோளங்களுக்கும் பொருந்தும் என்று நிரூபித்தன. ஆனால் கெப்லரின் ஆய்வுகள், கோள்கள் எப்படி இயங்குகின்றன என்று விளக்கினவே ஒழிய ஏன் இயங்குகின்றன என்று விளக்கவில்லை.

தொலைநோக்கியைக் கண்டுபிடித்தபின் வானியல் ஆய்வில் குறிப்பிடத்தக்க முன்னேற்றம் காணப்பட்டது. கலிலேயோ தானே தயாரித்த தொலைநோக்கியின் உதவியோடு வியாழன் கோளின் நான்கு சந்திரன்களைக் [அயோ (Io), இரோப்பா (Europa), கானிமீடு (Ganymede) மற்றும் காலிஸ்டோ (Callisto)] கண்டுபிடித்தார். கலிலேயோ தன்னுடைய அறிவியல் ஆய்வு முடிவுகளை **Sidereus nunicus (= நட்சத்திரங்களின் தூதன்)** என்ற நூலில் தொகுத்துள்ளார். இவரைத் தொடர்ந்து நியூட்டன், டேகார்ட் போன்றவர்கள் கோள்களின் இயக்கம் ஒரு எந்திரத் தன்மையானது என்றும், கடவுள் இவற்றை இயங்கத் தொடங்கி விட்டு அவைகளின் இயக்கத்தில் தொடர்ந்து தலையிடவில்லை என்றும் கருதினார்கள். ஆனால் சைமன் லாப்லாஸ் (Simon Laplace) என்ற அறிஞர் 1749ஆம் ஆண்டு, கோள்களின் இயக்கம் கணிதவியல் விதிகளின்படி தான் நடைபெறுகிறது என்றும், பிரபஞ்சம் சிதைவு அடையாமல் நிலையாக, மாற்றமடையாமல் செயல்படுவதற்குக் காரணம் கடவுளல்ல என்றும், பிரபஞ்சத்தின் உள்கட்டமைப்பே காரணம் என்றும் உறுதிபட எடுத்துரைத்தார்.

வில்லியம் ஹெர்ஷல் (William Herschel) (1738-1822) யுரேனஸ் கோளையும், *1787ஆம்* ஆண்டு டிடானியா (titania) மற்றும் ஒபரான் (oberon) என்ற அதனுடைய இரண்டு சந்திரன்களையும், பின்பு சனிக் கோளின் மேலும் இரண்டு சந்திரன்களையும் கண்டுபிடித்தார். ஆனால், அவர் கண்டுபிடித்த முக்கியமான உண்மை என்னவென்றால், சூரியனும் மற்ற கோள்களைப் போன்று வான்வெளியில் இயக்கம் பெற்றுள்ளது என்பது தான் (*1783இல்* கண்டுபிடிக்கப்பட்ட உண்மை). சூரியன், கோள்கள், சந்திரன்கள் ஆகியவை தனித்தனியே தம்முடைய இயக்கத்தைக் கொண்டிருந்தாலும், சூரிய குடும்பமே ஒட்டுமொத்தமாக ஒரு இயக்கத்தை கொண்டுள்ளது என்றும் அவர் உணர்த்தினார். யோகான் கல்லே (Johann Galle) (1812 - 1910) *1846ஆம்* ஆண்டு நெப்டியூன் (Neptune) கோளையும், அசாப் ஹால் (Asaph Hall) *1877ஆம்* ஆண்டு செவ்வாயின் இரண்டு சந்திரன்களையும், *1892ஆம்* ஆண்டு பார்னார்டு (Barnard) வியாழன் கோளின் ஐந்தாவது சந்திரனையும் கண்டுபிடித்தனர். இவை அனைத்தும் தொலைநோக்கியினால் ஏற்பட்ட கண்டுபிடிப்புகள் ஆகும்.

வானியலில் குறிப்பிடத்தக்க அறிவியல் கண்டுபிடிப்புகளை அடைய தொலைநோக்கியைத் தவிர 19ஆம் நூற்றாண்டில் உதவிய இரண்டு முக்கிய முன்னேற்றங்கள் நிற நிரலியல் (spectroscopy) வளர்ச்சியும், ஒளிப்படவியல் (photography) வளர்ச்சியும்தான். குஸ்டாவ்

கிர்ச்சாஃப்பும் (Gustav Kirchoff) இராபெர்ட் புன்செனும் (Robert Bunsen) [புன்சென் கொளுத்தியை (Bunsen burner) கண்டுபிடித்தவர்] நிறநிரல் கருவியின் (spectroscope) உதவி கொண்டு சூரிய ஒளியை 1861ஆம் ஆண்டு ஆராய்ந்தபோது, அதில் சோடியம், கால்சியம், மக்னீசியம், இரும்பு, குரோமியம், நிக்கல், பேரியம், தாமிரம் மற்றும் துத்தநாகம் போன்றவற்றின் நிரல் கதிர்கள் (spectral rays) கலந்துள்ளன என்றும் இதனால் சூரியனில் இந்த தனிமங்கள் அனைத்தும் காணப்படுகின்றன என்றும் எடுத்துக்காட்டினார். எனவே ஒரு காலத்தில் கடவுளாகக் (ஏன் தற்பொழுது கூடத்தான்) கருதப்பட்ட சூரியனும் அதனுடைய ஒளியும் புவியின் தனிமங்களால் தான் ஆனவை என்பது குறிப்பிடத்தக்கது. இவர்களின் ஆய்வுதான் நிறநிரலியல் மற்றும் வான் இயல்பியல் (Astrophysics) ஆகிய இரண்டு புதிய அறிவியல் துறைகள் எழுவதற்கு காரணமாக இருந்தது. 1868இல் யான்சென் (Janssen) சூரியனில் ஹீலியமும் (Helium) காணப்படுவதை நிறநிரல் ஆய்வுகள் மூலம் எடுத்துக்காட்டினர்.

ஆ] பூமிக்கும் சூரியனுக்கும் இடையே உள்ள தூரம்

தகுந்த கண்டுபிடிப்பு முறை இல்லாத தால், புவிக்கும் சூரியனுக்கும், மற்றும் புவிக்கும் சந்திரனுக்கும் இடையே உள்ள தூரம் சரியாகக் கணக்கிடப்படாமல் இருந்து வந்தது. அரிஸ்டார்கஸ் என்ற கிரேக்க தத்துவஞானி பூமிக்கும் சந்திரனுக்கும் இடையே உள்ள தூரத்தின் 18 முதல் 20 மடங்கு அளவு தூரம் பூமிக்கும் சூரியனுக்கும் இடையே காணப் படுவதாகக் கூறினார். ஆனால் இத்தூரத்தைக் கண்டறிய கெப்லர் தான் முதன்முதலில் ஒரு செயல்முறையைக் கண்டுபிடித்தார். ஒரு கோள் சூரியனிலிருந்து அமைந்திருக்கும் தூரத்திற்கும், அக்கோள் சூரியனை ஒரு முறைச் சுற்றிவர எடுத்துக்கொள்ளும் நேரத்திற்கும்இடையே ஒரு மாறாத கணிதத் தொடர்பு உள்ளது என்றும் இந்தத் தொடர்பை முக்கோணவியல் (trigonometry) அடிப்படையில் நிர்ணயம் செய்யலாம் என்றும் கெப்லர் கருதினார். முக்கோணவியல் அடிப்படையை வைத்து ஒரு கோளுக்கும் புவிக்கும் இடைப்பட்ட தூரத்தை முதலில் கணக்கிட்டு விட்டால், அதிலிருந்து புவிக்கும் சூரியனுக்கும் இடைப்பட்ட தூரத்தை எளிதில் அறியலாம் என்றும் அவர் கருதினார். 1672ஆம் ஆண்டு கசினி (Cassini) என்ற வானியல் நிபுணர் செவ்வாய்க் கோளை இதற்காகத் தேர்ந்தெடுத் தார்; அதைப் பயன்படுத்தி சூரியனுக்கும் புவிக்கும் இடையே உள்ள தூரம் ஏறத்தாழ 86 மில்லியன் மைல்கள் என்று கணக்கிட்டார். ஆனால் சரியான தூரம் 93 மில்லியன் மைல்கள் என்று வெள்ளிக் கோளை பயன்படுத்திப் பின்னால் கண்டறிந்தனர் (பார்க்க, கட்டம் III.1)

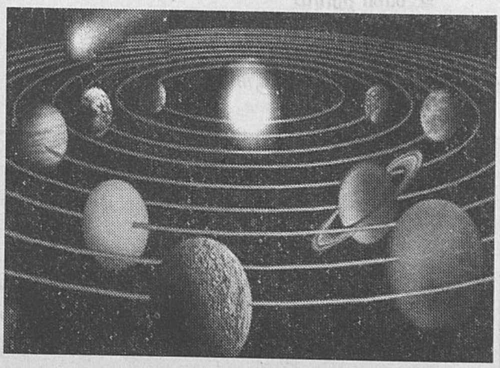
கட்டம் III.1. வெள்ளிக் கோளைப் பயன்படுத்தி பூமிக்கும் சூரியனுக்கும் இடைப்பட்ட தூரத்தைக் கணக்கிடல்

எட்மண்ட் ஹேலீயின் (Edmond Halley) பரிந்துரையின் பேரில் செவ்வாய் கோளுக்குப் பதிலாக வெள்ளியைத் தேர்ந்தெடுத்து முக்கோணவியல் அடிப்படையில் புவிக்கும் சூரியனுக்கும் இடைப்பட்ட தூரத்தைக் கணக்கிட முயற்சித்தனர். செவ்வாயை விட வெள்ளி புவிக்கு அருகாமையில் இருப்பதால் அது தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டது. ஆனால் இதில் சந்தித்த முக்கியப் பிரச்சனை என்னவென்றால் வெள்ளி பூமிக்கு அருகில் வரும்போது, அது சூரியனுக்கும் அருகில் வருவது தான். இதனால் அந்த நேரத்தில் வெள்ளியைப் பார்ப்பது மிகவும் கடினம். அரிதாக வெள்ளி சூரியனின் தட்டுப் (disc) பகுதியைக் கடக்கும் போது அதை பூமியில் இருந்து பார்க்க முடியும். இந்த கடக்கும் காலத்தை குறுக்கே கடத்தல் (transit) அல்லது மூழ்குதல் (immersion) என்பர்.

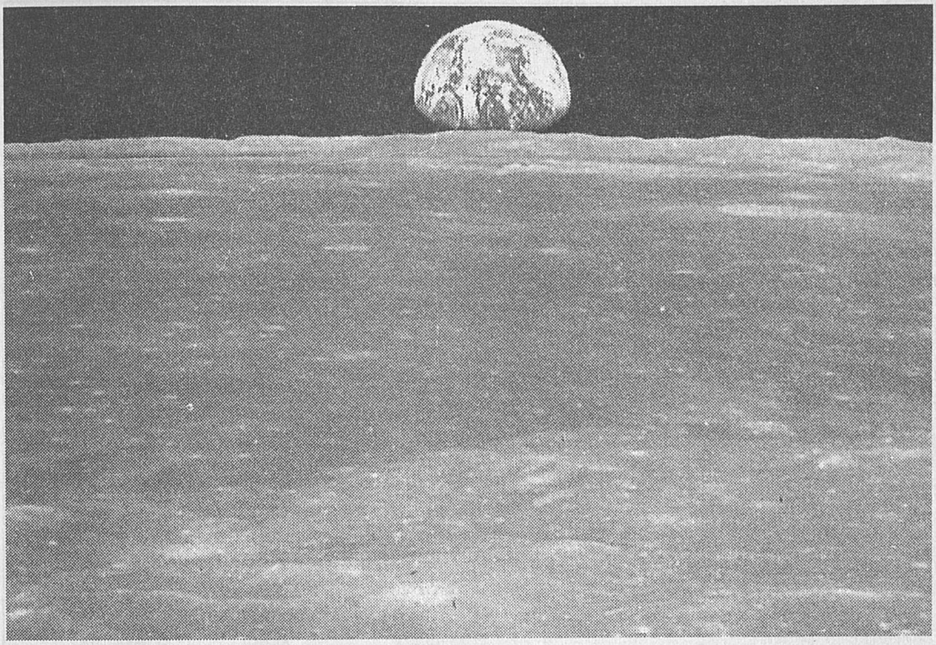
குறுக்கே வருதல் காலம் தான் வெள்ளிக்கும் சூரியனுக்கும் மற்றும் புவிக்கும் சூரியனுக்கும் இடையே உள்ள தூரத்தை அளக்க சரியான காலம் என்று ஹேலீ எடுத்துரைத்தார். குறுக்கே கடத்தல் நடைபெறும் நேரம் 8 வருட இடைவெளி கொண்ட ஜதையாக 100 வருடங்களுக்கும் மேல ஒரு முறை ஏற்படும் என்றும் அவர் கண்டறிந்தார். 1761ஆம் ஆண்டிலும் எட்டு வருடம் கழித்து 1769ஆம் ஆண்டிலும் இந்த நேரம் வரும் என்று அவர் கூறினார். (21ஆம் வருடத்தின் குறுக்கே கடத்தல் நிகழ்ச்சி 2004 வருடமும் 2012ஆம் வருடமும் வருமென்று அப்பொழுது ஊகிக்கப்பட்டது; அதற்கேற்ப 2004ஆம் வருடம் அது ஏற்பட்டது என்பது குறிப்பிடத்தக்கது). எனவே 1761ஆம் ஆண்டு உலகின் 62 இடங்களிலிருந்து 122 நோக்கல்களுக்கு ஏற்பாடு செய்யப்பட்டது. ஆனால் வெள்ளி கோளுக்கு அருகில் வானம் மிகவும் மேகமூட்டத்துடன் இருந்ததால் எதிர்பார்த்த மாதிரி தூர அளவுகளைக் கணிக்க முடியவில்லை. எனவே 1769ஆம் வருடம் உலகின் 77 இடங்களில் இருந்து 151 நோக்கல்களுக்கு மீண்டும் ஏற்பாடு செய்யப்பட்டன. இதில் கேப்டன் ஜேம்ஸ் குக் (James Cook) அவர்களின் தலைமையில் தகீதி (Tahiti) என்ற பசிபிக் சமுத்திரப் பகுதியில் எண்டவர் என்ற கப்பலில் இருந்து எடுக்கப்பட்ட அளவுகளும் அடங்கும். இந்தமுறை அளவுகள் சரியான முறையில் எடுக்கப்பட்டு, முடிவுகள் ஆய்ந்தறியப்பட்டன. இந்த ஆய்வுக்கு ஏறத்தாழ 60 ஆண்டுகள் எடுத்துக் கொள்ளப்பட்டன. இந்த ஆய்வுகளின் அடிப்படையில் புவிக்கும் சூரியனுக்கும் இடைப்பட்ட தூரம் 93 மில்லியன் மைல்கள் என்று கண்டறியப்பட்டது. இது பின்னால் ரேடார் (Radar) அளவு முறைகளினால் உறுதி செய்யப்பட்டது.

இ] நமது சூரிய குடும்பத்தின் கோள்கள்

ஏற்கனவே செய்யப்பட்ட ஆய்வுகளின் அடிப்படையிலும், கடந்த முப்பது ஆண்டுகளாக விண்ணில் ஏவப்பட்ட விண்கலங்களின் உதவியாலும் நமது சூரிய குடும்பத்தைப் (படம் III-4) பற்றிய அடிப்படை விவரங்கள் பல நமக்கு தெரியவந்துள்ளன. இவற்றில் மிகச் சமீப காலத்தில் பயணத்தை முடித்துக்கொண்ட அல்லது தற்பொழுது விண்ணில் இருந்து கொண்டு நமக்கு தகவல்களை அனுப்பும் விண்கலங்கள் பின்வருமாறு : (i) வாயேஜர் 1 (Voyager 1) (1977 NASA) - வியாழன் மற்றும் சனி கோள்கள் பற்றி ஆய்வு செய்ய (ii) வாயேஜர் 2 (1977 NASA) - வியாழன், சனி, யுரேனஸ் மற்றும் நெப்டியூன் கோள்கள் பற்றி ஆய்வு செய்ய (iii) கலிலேயோ (1989 NASA) - குறுங்கோள்கள் (Asteroids) (முக்கியமாக காஸ்பிரா (Gaspera) மற்றும் இடா (Ida) - படம் III-6) மற்றும் வியாழன் பற்றி ஆய்வு செய்ய (iv) யுலிசஸ் (Ulyses) (1990 ESA/NASA) - சூரியனின் துருவப் பகுதிகளை ஆய்வு செய்ய (v) சோஹோ (Soho) (1996 ESA/NASA) - சூரியனைப் பற்றி ஆய்வு செய்ய (vi) பாத்ஃபைண்டர் (Path finder) (1996-97 NASA) - கோள்களைக் கண்டறிய (vii) குளோபல் சர்வே (Global Survey) (1996 NASA) - செவ்வாயைப் பற்றி ஆய்வு செய்ய (viii) கசினி (Cassini) (1997 ESA/NASA) - சனி, வியாழன் மற்றும் வெள்ளி பற்றி ஆய்வு செய்ய (ix) ஸ்டார் டஸ்ட் (Star dust) (1999 NASA) - வால்நட்சத்திரம் (Comet) Wild 2 பற்றி ஆய்வு செய்ய.



படம் III.4. நம்முடைய சூரிய குடும்பம்



படம் III.5. அப்போல்லோ II ஆல் சந்திரனிலிருந்து எடுக்கப்பட்ட புவி எழுச்சி ஒளிப்படம் - NASA ஒளிப்படம்

நமது சூரிய குடும்பத்தின் கோள்கள் எல்லாவற்றையும் பற்றி நாம் அறிந்துள்ள விவரங்கள் அட்டவணை III-1 ல் கொடுக்கப் பட்டுள்ளன. புவியைப் பற்றிய அதிகப்படியான விவரங்கள் மட்டும் தனியாக எடுத்துக் கூறப் பட்டுள்ளன.

அட்டவணை III-1. சூரிய குடும்பத்தின் கோள்கள் பற்றிய அடிப்படை விவரங்கள்

வ. எண்.	கோளின் பெயர்	சூரியனில் இருந்து உள்ள தூரம் வானியல்) அலகில் (AU)[1]	குறுக்களவு (விட்டம்) (கிலோ மீட்டரில்)	சூரியனைச் சுற்றுவதற்கு எடுத்துக் கொள்ளும் காலம் (புவி நாட்களில்)	சந்திரன்கள் எண்ணிக்கை மற்றும் பெயர்கள்	மற்ற முக்கிய விவரங்கள்
1.	புதன்	0.4	4878	88	கிடையாது	பாறைகளாலும், இரும்பு தாதுவாலும் ஆனது; எரிமலைப் பள்ளங்கள் நிறைந்தது
2.	வெள்ளி	0.7	1204	243	கிடையாது	வான்வெளி மேகங்கள் கந்தக அமிலத்தால் ஆனவை; வெப்பஅளவு 9000° F; காற்று வேகம் ஒரு மணிக்கு 217 மைல்கள்; மேற்பரப்பு பல மேடுபள்ளங்களைக் கொண்டது

1 AU = 150 மில்லியன் கி.மீ. RM (93 மில்லியன் மைல்கள்) = புவிக்கும் சூரியனுக்கும் இடைப்பட்ட தூரம்

3.	புவி	1.0	12756	365.25	ஒன்று; சந்திரன்	விவரங்கள் தனியாகக் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன
4.	செவ்வாய்	1.5	6787	?	இரண்டு	சிவப்புக் கோள் என்று அழைக்கப்படும். எரிமலைகள் இருந்திருக்கின்றன; நீரின் பனிக்கட்டியால் ஆனபரப்பு வான்வெளி பல தனிமங்களைக் கொண்டது.
5.	வியாழன்	5.2	143800	?	16 சந்திரன்கள்; முக்கியமான வை அயோ, இரோப்பா, கானிமீடு, காலிஸ்டோ	மிகப் பெரிய கோள். ஹைட்ரஜன், ஹீலியம் போன்ற வாயுக்கள் காணப்படுகின்றன. கோளைச் சுற்றிய மெல்லிய வளையங்கள் (0.6 மைல் தடிப்பு) உண்டு
6.	சனி	9.5	120660	?	18 சந்திரன்கள்; முக்கியமான வை, டைட் டன், ஃபீபி, லப்பீட்டஸ், மீதோன், பல்லீன், பாலிடியூசஸ் போன்றவை	பரப்பு பாறைகளாலும் ஐஸ்கட்டிகளாலும் ஆனது; மிக தெளிவான தடிப்பான வளையங்கள் கோளை சூழ்ந்துள்ளன. வெப்பநிலை - 2790 முதல் - 3280° F; காற்றின் வேகம் ஒரு மணிக்கு 1118 மைல்கள்
7.	யுரேனஸ்	19.2	51120	84 புவி வருடங்கள்	17 சந்திரன்கள்; முக்கிய மானவை மிராண்டா, ஏரியல், உம்பிரியல், டைட்டானியா மற்றும் ஓபிரான்	இதன் துருவங்கள் இரண்டும் 42 வருடங்கள் இருட்டையும் 42 வருடங்கள் வெளிச்சத்தையும் கொண்டவை. வான்வெளி ஹைட்ரஜன், நைட்ரஜன், கார்பன் மற்றும் ஆக்ஸிஜன் கொண்டது. காற்று வேகம் ஒரு மணிக்கு 200 மைல்கள். 11 வளையங்கள் கோளைச் சுற்றி காணப்படுகின்றன.
8.	நெப்டியூன்	30.1	49500	?	8 சந்திரன்கள்; முக்கியமான வை டிரைடான், நீரெய்ட்	நீல நிறமானது; கோள் மிகப் பெரியது; வாயுக்களால் ஆனது. காற்று மணிக்கு 450 மைல்கள் வேகம் கொண்டது. மிக மெல்லிய வளையங்கள் கோளை சூழ்ந்துள்ளன.
9.	புளூட்டோ	39.4	2360	?	ஒரு சந்திரன் மட்டும்; பெயர் சேரான்	சிறிய கோள். பரப்பு நீர் பனிக்கட்டியால் ஆனது; மீதேன் வாயு உள்ளது.

புவி : சூரிய குடும்பத்தில் உயிரினங்கள் வாழ்வதற்கான சூழலைக் கொண்ட ஒரே கோள் புவிதான். 1957இல் ஏவப்பட்ட ஸ்புட்னிக்-1 முதல் கணக்கற்ற விண்வெளிக் கலங்கள் புவியைப் பற்றி வலம் வந்து, புவியைப் பற்றி கணக்கற்ற விவரங்களை அளித்துள்ளன (படம் III-5). புவி சூரியனைக் கடிகாரத்திற்கு எதிர் புற திசையில் சுற்றிவர ஒரு முழு சுற்றுக்கு 365.25 நாட்கள் ஆகின்றது (= ஒரு வருடம்). புவியின் அச்சின் திசை நிலையாக அமையாமல் 26000 வருடங்களுக்கு ஒரு முறை ஒரு முழு சுழற்சியைப் பெற்றுள்ளது. பூமியின் உள் மையப் பகுதியின் (core region) வெப்பநிலை 6000^0 C ஆகும். உள்மையப் பகுதி நிக்கல் மற்றும் இரும்புக் கலவையால் ஆனது; இப் பகுதியின் உள்ளடுக்கு திண்மமானதாகவும் வெளி அடுக்கு திரவமானதாகவும் உள்ளன. உள்மையப் பகுதியைச் சுற்றி மூடி அடுக்கும் (mantle), அதைச் சுற்றி 5.40 கி.மீ. தடிப்புள்ள புவி ஓடும் (crust) உள்ளன.

நியூட்டன் தன்னுடைய படைப்பான **Principia** வில் *(1687)*, புவியின் வடிவம் கிரேக்கர்கள் நினைத்ததுபோல் ஒரு முழுமையான கோளம் அல்ல என்றும், சூரியன் மற்றும் சந்திரனின் ஈர்ப்பு விசைகளால் அது புவி நடுக்கோட்டுப் (Equator) பகுதியில் சற்றுத் தடித்தும் துருவங்களில் சற்ற பட்டையாகவும் காட்சியளிக்க வேண்டும் என்றும் கூறினார். இந்த எதிர்பார்ப்பு பின்னால் ஆதாரங்களுடன் நிரூபிக்கப்பட்டது (பார்க்க கட்டம் III-2).

கட்டம் III-2. புவியின் வடிவத்தை அறிந்து கொள்ளுதல்

புவியின் வடிவம் ஒரு முழு கோளம் அல்ல என்பதைப் புரிந்துகொள்ள ஜீன் ரிஷே (Jean Richer) (1630 - 1696) மேற்கொண்ட பரிசோதனைகளைப் பற்றி முதலில் நாம் தெரிந்துகொள்ள வேண்டும். 1672ஆம் ஆண்டு ரிஷே புவிநடுக்கோட்டுக்கு அருகாமையில் அமைந்த கெயென்னி (Cayenne) நகருக்குச் சென்று தம்முடைய ஆய்வுகளையும் உற்றுநோக்கல்களையும் ஆரம்பித்தார். ஒரு வினாடி நேரத்தைக் கடக்க ஒரு தனிஊசல் எடுத்துக் கொள்ளத் தேவைப்படும் தனிஊசலின் (Pendulum) நீளம் கெயென்னி நகரில் அளவிடப்பட்டது. அதே ஒரு வினாடி நேரத்தை ஓசையிட்டு அறிவிக்க அதே தனி ஊசல் எடுத்துக் கொள்ளத் தேவைப்படும் ஊசலின் நீளம் பாரீஸ் நகரத்தில் (புவிநடுக்கோட்டிலிருந்து வெகுதூரத்தில் அமைந்தது) அளவிடப்பட்டது. அவருக்கு வியப்பு ஏற்படுத்தும் வகையில் ஊசலின் நீளம கேயென்னி நகரில் குறைவாகவும் (990 மி.மீ.) பாரிஸ் நகரில் அதிகமாகவும் (994 மி.மீ.) இருந்தது. ரிஷேவால் விளக்கமுடியாத இந்த முடிவுக்கு நியூட்டன் தகுந்த விளக்கத்தை ஊகித்தார். அதாவது, புவிநடுக்கோட்டுப் பகுதியில் புவி ஈர்ப்பு விசையின் அளவு துருவப் பகுதியை விட குறைவாக இருப்பதால் புவிநடுக்கோட்டுப் பகுதியில் புவி சற்று பருத்து இருக்க வேண்டும் என்றும் துருவப் பகுதிகளில் அது சற்று தட்டையாக இருக்கவேண்டும் என்றும் நியூட்டன் எதிர்பார்த்தார். பிரான்ஸ் நாட்டு வானியல் நிபுணர்களான கசினி போன்றவர்கள் இவ்விளக்கத்தை அப்படியே ஏற்க மறுத்துவிட்டு, இதற்கான செய்முறைகளில் இறங்கினர். புவியின் வளைவுகளை அளக்க வெகுதூர இடைவெளிகளில் உள்ள இடங்களை அவர்கள் தேர்வு செய்தனர். ஒன்று புவிநடுக்கோட்டுக்கு அருகில் அமைந்த பெரு (Peru) நாட்டில் அறிவியல் அறிஞர் காண்டமைன் (Condamine) தலைமையிலும் இன்னொன்று வட துருவப் பகுதியான இலாப்லாந்து (Lapland) நாட்டில் அறிஞர் மோபேர்ட்வீ (Maupertis) தலைமையிலும் 1735ஆம் ஆண்டு இரண்டு ஆய்வுக் குழுக்கள் அனுப்பப்பட்டன. ஆய்வை முடித்துக்கொண்டு முதல் குழு 14 ஆண்டுகளுக்குப் பின்பும், இரண்டாவது குழு இரணடு ஆண்டுகளுக்கு பின்பும்

பாரிஸ் நகரத்திற்கு திரும்பின. இரண்டு குழுக்களின் ஆய்வு முடிவுகளின்படி புவி, கிரேக்கர்கள் எண்ணியது போன்று முழு கோள் வடிவானதல்ல என்றும், கசினி மற்றும் டேகார்ட் எண்ணியது போன்று நீள்கோள (prolate spheroid) வடிவானதல்ல என்றும், நியூட்டன் கருதியபடி புவிநடுக்கோட்டுப் பகுதியில் சற்று பருத்தும், துருவங்களில் சற்று தட்டையாகவும் உள்ள ஒரு கோள வடிவம் என்றும் நிரூபணம் ஆயிற்று.

கில்பெர்ட்டின் *(1544-1603)* காந்தவியல் ஆய்வுகளின் முடிவுப்படி, புவியே ஒரு மிகப் பெரிய காந்தம் என்பதும் அதனுடைய காந்தத் துருவங்கள் புவியின் தென் மற்றும் வட துருவங்களாகும் என்பதும் அறியவந்தது. ஆனால் எட்மண்ட் ஹேலீ *(1656 - 1742)* செயிண்ட் ஹேலினா (St. Helena) தீவுக்கு தன்னுடைய ஆய்வுக்காக சென்றபொழுது புவியின் காந்தத் துருவங்களும், தென்வட துருவங்களும் ஒன்றல்ல என்றும், துருவங்களி லிருந்து சற்றுத் தள்ளித்தான் காந்தத் துருவங்கள் செயல்படுகின்றன என்றும் நிரூபித்தார்.

புவியின் வயது தொடர்பான அறிவியல் சர்ச்சைப் பற்றி இங்கு குறிப்பிடவேண்டும். மறுமலர்ச்சி காலம் வரை சர்ச் மற்றும் பைபிளின் சக்தி வாய்ந்த தாக்கத்தால் புவியின் வயது பற்றி மக்கள் எந்தவித சிந்தனையிலும் ஈடுபடவில்லை. பைபிளின் கூற்றுப்படி உலகம் கடவுளால் படைக்கப்பட்டது என்ற கருத்தும், பைபிளில் கூறப்பட்ட நோவாவின் வெள்ளம் பற்றிய நிகழ்ச்சியும் மக்கள் மனதில் அழியா இடம் பெற்றிருந்தன. இந்த கிறித்துவ மதக் கருத்துக்களின் அடிப்படையில் ஜேம்ஸ் உஷர் (James Ussher) (1581-1658) என்ற அயர்லாந்து நாட்டவர் *1654*ஆம் ஆண்டு வெளியிட்ட அவரின் கூற்றுப்படி புவியின் முதல் நாள் 4004 BCE ஆண்டு, அக்டோபர் மாதம், 26ஆம்நாள் காலை *9.00* மணியாகும். புவியின் அனைத்துப் படைப்புகளும் இதிலிருந்து ஏழு நாட்களுக்குள் முடிந்துவிட்டன. மதவாத அடிப்படையில் அமைந்ததால் இக்கருத்து 18ஆம் நூற்றாண்டு வரையிலும்கூட பெரும்பாலும் ஏற்கப்பட்டு விட்டது. ஆனால், இதில் இருந்த முக்கியச் சிக்கல் என்னவென்றால், புவியின் இயற்பியல் கூறுகள் அனைத்துமே *4000* ஆண்டுகளுக்கு முன்பே ஏற்பட்டு விட்டதற்கான சான்றுகளைப் பெற்றிருந்தன. புவியின் பாறைகளும், தொல்லுயிர் எச்சங்களும் (fossils) பல மில்லியன் வருடங்கள் பழமையாக இருக்கும்போது, புவி மட்டும் எவ்வாறு *4000* ஆண்டுகளுக்கு முன்பு தோன்றியிருக்க முடியும்? இதனை வலியுறுத் தும் வகையில் பூஃபன் *(1707 - 1788)*, **Histoire naturelle (= இயற்கையின் வரலாறு)** என்ற தலைப்பில் 44 தொகுதிகளை 1749ஆம் ஆண்டு முதல் தொடர்ந்து வெளியிட்டார். இந்தப் படைப்பில் இடம் பெற்றவற்றில் மிக முக்கிய மான கூற்று என்னவெனில் ''புவியின் பொது வரலாற்றுக் காலம், புவி உண்டாக்கியுள்ள பொருட்களின் வரலாற்று காலத்தைவிட அதிகமாக இருக்க வேண்டும்''. எனவே, புவி உண்டாக்கிய பொருட்களின் வயது அடிப்படை யில், புவியின் வயது *75000* முதல் *100000* வருடங்களாவது இருக்கவேண்டும் என்று அவர் நம்பினார். தன்னுடைய கருத்து சர்ச்சின் அதிகாரத்தை எதிர்த்ததாக அமையக்கூடாது என்பதற்காக, புவி தன் வரலாற்று காலத்தில் 7 நீண்ட சகாப்தங்களைக் கடந்துள்ளது என்று பூஃபன் எடுத்துக் கூறினார். ஒவ்வொரு சகாப்தத் திலும் குறிப்பிடத்தக்க மாற்றங்கள் ஏற்பட்டு இன்று நாம் காணும் புவி தோன்றியது என்று அவர் மேலும் கூறினார். பைபிளில் கூறப்பட்ட ஏழு நாள் படைத்தல் கொள்கையுடன் (Creation theory) ஏழு சகாப்த கருத்து மிக அழகாக தழுவிப் பொருந்தியிருந்தது குறிப்பிடத்தக்கது. புவியியல் மற்றும் உயிரியல் நிபுணர்களான இலயல் (Lyell), டார்வின், ஹட்டன் (Hutton) போன்றவர்கள் புவியின் வயது ஏறத்தாழ 300 மில்லியன் ஆண்டுகள் என்ற கருத்துக்கு

வந்தனர். ஆனால் கெல்வினும் (Kelvin) ஹெல்ம்ஹோல்ட்ஸும் (Helmholtz) புவியின் வயது 20 முதல் 22 மில்லியன் ஆண்டுகளை மிகாது என்று கூறினர். புவி மற்றும் சந்திரனின் பழங்காலப் பாறைகளில் மேற்கொள்ளப்பட்ட கதிரியக்க வயது நிர்ணய முறைப்படி (Radiometric dating) நம்முடைய சூரிய குடும்பத்தின் (புவி உட்பட) வயது 4.6 முதல் 5 மில்லியன் வருடங்களாகும். எனினும் இன்று புவியில் காணப்படும் இயற்பியல் கூறுகள் அனைத்தும் புவியின் பரிணாமத்தில் எவ்வாறு தோன்றின என்பது சரியாகத் தெரியவில்லை (பார்க்க, கட்டம் III-3)

கட்டம் III.3. புவியில் இன்று காணப்படும் இயற்பியல் பண்புகளின் பரிணாமம்

புவியில் காணப்படும் இயல்பியல் கூறுகள், முக்கியமாக படிமங்கள் (deposits) மற்றும் தொல்லுயிர் எச்சங்கள், புவி தோன்றிய பிறகு எவ்வாறு புவியின் நிலப்பரப்பில் (மலைப் பகுதிகள் உட்பட) ஏற்பட்டன என்பதை விளக்க இரண்டு மாறுபட்ட கொள்கைகள் நிலவுகின்றன. நெப்டூனியியம் (Neptunism) என்று அழைக்கப்படும் முதல் கொள்கையை A.G. வெர்னர் (A.G.Werner) (பிறந்தது 1750) என்ற பிரஷிய (Prussia) நாட்டு புவியியல் நிபுணர் எடுத்துரைத்தார். இவரது கொள்கைப்படி புவி முழுவதும் சேற்றாலான ஒரு பரந்த தொல்பழமையான (Primeval) சமுத்திரத்தால் ஆரம்பத்தில் மூழ்கடிக்கப்பட்டிருந்தது. இந்த சமுத்திரத்தில் மிதந்து கொண்டிருந்த பொருட்கள் அனைத்தும் கடல் மட்டம் குறைந்தபொழுது ஒன்று திரண்டு கடல் படுகையில் (sea bed) முன்னோடிப் பாறைகளாக (Primary rocks) மாறின. இப்பாறைகளின் மேல் மென்மேலும் பாறைப் படிமங்கள் படிய ஆரம்பித்தன. வெர்னரின் கூற்றுப்படி பூகம்பங்களால் (earth quake) இந்த பாறைப் படிமங்கள் தோன்றவில்லை. எனினும், வெர்னரின் கொள்கையில் தொல்பழமையான சமுத்திரம் எங்கிருந்து, எவ்வாறு தோன்றியது என்ற வினாவிற்கோ, எந்த இயற்கை நிகழ்ச்சியின் காரணமாக சமுத்திரத்தின் நீர் மட்டம் குறைந்தது என்ற வினாவிற்கோ, தகுந்த விடைகள் காணப்படவில்லை.

இரண்டாவது கொள்கை புளுட்டோனியியம் (Plutonism) என்று அழைக்கப்படுகிறது; இதனை எடின்பரோவைச் (Edinburgh) சேர்ந்த ஜேம்ஸ் ஹட்டன் என்ற புவியியல் நிபுணர் 1788ஆம்ஆண்டு எடுத்துரைத்தார். ஹட்டனின் கொள்கைப்படி, கடலும் நிலப்பரப்பும் ஏறத்தாழ ஒரே நேரத்தில் புவியில் தோன்றின என்றும், இன்றும் புவியில் காணப்படும் அரிப்புகள் (erosion) மற்றும் பூகம்பங்கள் போன்ற இயற்கை நிகழ்வுகளால் புவியின் பரப்பு தோன்றியது என்றும் விளக்கப்பட்டன. படிமப் பாறைகள் (sedimentary rocks) காற்று, நீர் போன்றவற்றால் ஏற்படும் அரிப்பு காரணமாக உண்டாக்கப்பட்ட பொருட்களின் படிமத்தால் கடலுக்கு அடியில் தோன்றின என்பதால், அவை கடினமாக மாற புவியின் உட்பகுதியிலிருந்து வெளிப்படும் வெப்பமும் அழுத்தமும் தேவைப்பட்டன. பின்பு, கடல் படுகையின் மேல் செலுத்தப்பட்ட மேல்நோக்கிய அழுத்தத்தின் விளைவாக இந்த படிமப் பாறைகள் கடல் மட்டத்திற்கு மேலே எழுப்பப்பட்டு நிலப்பகுதியாக காட்சியளித்தன. இந்த நிகழ்ச்சிகள் மீண்டும் மீண்டும் பலமுறை புவியின் வரலாற்றில் ஏற்பட்டன. மேற்கூறிய கருத்துக்கள் அனைத்தையும் 1795ஆம் ஆண்டு வெளியான **Theory of Earth** என்ற இரண்டு தொகுதி நூலில் ஹட்டன் எடுத்துக் கூறியுள்ளார்.

நெப்டூனியியம் - புளுட்டோனியியம் வாதம் 18ஆம் நூற்றாண்டு முழுவதும் காணப் பட்டது. தொல்லுயிர் எச்ச வல்லுநரான ஜியார்ஜஸ் குவியரின் (Georges Cuvier) (1769 - 1832) பெருங்கேடுக் கொள்கையினால் (catatrophism theory) இந்த வாதம் மேலும் தீவிரமடைந்தது. குவியர் கொள்கைப்படி புவி தன் வரலாற்றுக் காலம் முழுவதும் தொடர் வெள்ளப் பெருக்குகளால்

பாதிக்கப்பட்டது; ஒவ்வொரு வெள்ளத்தின் போதும் பெரும்பாலான உயிரினங்கள் அழிந்து போயின; அவற்றின் எச்சங்கள் இன்று தொல்லுயிர் எச்சங்களாக காட்சியளிக்கின்றன. ஒவ்வொரு வெள்ளத்தின் முடிவிலும், உயிர் புதிதாகப் படைக்கப்பட்டது; ஒருசில உயிரினங்கள் மட்டும் பைபிளில் நோவாவின் கதையில் கூறப்பட்டது போல கடவுளின் இரக்கத்தினால் எஞ்சி வாழ்ந்தன.

1908க்கும் 1912க்கும் இடைப்பட்ட நான்கு ஆண்டுகளில் ஜெர்மன் நாட்டுப் புவியியல் வல்லுநரான ஆல்பிரெட் இலோதர் வெஜினர் (Alfred Lothar Wegener) என்பவர் புவியின் கண்டங்கள், பன்னெடுங்காலமாகவே, ஒன்றிலிருந்து ஒன்று விலகி, நகர்ந்து, பின்பு மீண்டும் ஒன்றோடு ஒன்று மோதிக் கொள்வதாகக் கருதினார். இந்த மோதலின் விளைவாக ஏற்படும் படிமங்களின் குவியல், மடங்கிய தொட்டி (folded troughs) போன்ற புவியில் காணப்படும் மலைப் பகுதிகளை ஏற்படுத்தின. இக் கருத்து கண்டங்களின் விலகல் (continental drift) கொள்கை என்று அழைக்கப்பட்டது. இன்று ஒரு கண்டத்தின் விளிம்புகளை உற்று நோக்கினால் அவை மற்றொரு கண்டத்தின் விளிம்புகளோடு இறுக்கமாக இணையக் கூடியதாக அமைந்திருப்பது, கண்ட விலகல் கொள்கைக்கு ஆதரவாக இருக்கிறது. இன்று பிரிந்திருக்கும் கண்டங்களில் இறந்த மற்றும் உயிரோடு இருக்கும் ஒரே சிற்றினங்கள் காணப்படுவதும் இக் கொள்கைக்கு முக்கிய சான்றாகும்.

1950 முதல் 1960ஆம் ஆண்டுகளுக்கு இடையில், சமுத்திரத்தின் படுகைப்பகுதி உட்பட்ட புவியின் புற ஓடு (crust), பல பெரிய ஓட்டுத் தகடுகளாக (tectonic plates) பிரிந்திருக்கிறது என்று அறிவியல் அறிஞர்கள் முடிவுக்கு வந்தனர். இக் கருத்துக்கு ஹாரி ஹெஸ் (Harry Hess) என்ற கொலம்பிய பல்கலைக்கழகப் பேராசிரியர் உட்பட பலரின் ஆய்வுகள் துணையாக இருந்தன. ஹாரி ஹெஸ் அவர்களின் ''கடல் படுகை விரிவு'' (Seafloor spreading) கொள்கையும், வெஜினரின் ''கண்டங்களின் விலகல்'' (continental drift) கொள்கையும் ஒன்றாக இணைக்கப்பட்டு ''தகடுக் கட்டமைவு'' (Plate tectonics) கொள்கையாக உருவாக்கப்பட்டது. புவியின் புற ஓட்டுப் பகுதியின் தகடுகள் மெதுவாக இடம் பெயருவதற்குக் காரணம் அவற்றின் அடியில் அமைந்த 30 முதல் 80 மைல்கள் ஆழமுள்ள திரவநிலை அடுக்குதான் என்றும், இதன் காரணமாகத்தான் புற அடுக்கின் தகடுகளின் மேல் அமைந்துள்ள கண்டங்கள் இடப்பெயர்ச்சி அடைகின்றன என்றும் இக் கொள்கை தெரிவிக்கிறது. அவ்வாறு இடப் பெயர்ச்சி அடையும் தகடுகள் ஒன்றின் மேல் ஒன்று மோதும்போது, மோதும் பரப்பில் தரை உயர எழும்பி மலைகள் உருவாகின்றன; தகடுகளுக்கு இடையில் ஏற்படும் இறுக்கங்களால் பூகம்பங்களும், இடமுறிவுக் கோடுகளும் (fault lines) சில சமயம் கடலில் பேரலைகளுடன் (tsunamis) ஏற்படுகின்றன. கடலடிப் பள்ளங்களும் பெரிய விரிசல்களும் இத் தகடுகள் ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்று விலகுவதால் ஏற்படுகின்றன. 1980ஆம் வருடத்திற்குள் இக்கொள்கை எல்லோராலும் ஏற்கப்பட்டு விட்டது. முதலில் கொடுக்கப்பட்ட ஆதாரங்களைத் தவிர LAGEOS போன்ற செயற்கைக் கோள்கள் கொடுத்த தகவல்களும், லேசர் (laser) அளவீடுகளும் இக்கொள்கைக்கு மேலும் ஆதாரங்களைக் கொடுத்தன. தற்போதைய விவரங்களின்படி இந்தத் தகடுகள் ஒரு வருடத்திற்கு ஏறத்தாழ ஒரு அங்குலம் இடப்பெயர்ச்சி அடைகின்றன.

ஏற்கனவே அட்டவணை III-1 ல் குறிப்பிட்டபடி, நமது புவிக்கு ஒரே ஒரு சந்திரன் தான் உண்டு. கலிலேயோ தன்னுடைய தொலை நோக்கியைக் கொண்டு சந்திரனை ஆராய்ந்த போது அதில் மலைப் பகுதிகளும், ''கடல்

களும்'' இருக்கலாம் என்று கருதியது தற்போதைய ஆய்வுகளின் அடிப்படையில் தவறு என்று அறியப்படுகிறது. சந்திரனைப் பற்றி எண்ணற்ற பழமைப் புராணங்களும், கதைகளும், பாடல்களும் உள்ளன. நம் முன்னோர்களின் நாள் காட்டிகள், சந்திரனின் ஒழுங்கான இடப்பெயர்வையும், அமாவாசை பௌர்ணமி என்று தொடர்ந்து அதில் ஏற்படும் நிகழ்வுகளின் அடிப்படைகளிலும் அமைந்த தாகும். சந்திரன் தன்னுடைய தோற்ற வேறு பாட்டு நிகழ்வினை ஒருமுறை எடுத்துக்கொள்ள தேவைப்படும் காலம் 29½ நாட்களாகும். சந்திரன் புவியை ஒருமுறை சுற்ற 27½ நாட்கள் எடுத்துக் கொள்கிறது. சந்திரனை ஆய்வு செய்ய பல விண்வெளிக் கலன்கள் அமெரிக்கா மற்றும் USSR ஆல் அனுப்பப்பட்டுள்ளன. அவற்றில் ஒரு சில மனிதர்களுடன் அனுப்பப்பட்டவை. நீல் ஆர்ம்ஸ்ட்ராங்கும் (Neil Armstrong) பஸ் ஆல்டிரினும் (Buzz Aldrin) அங்கு தரையிறங்கிய முதல் மனிதர்களாவர். இந்த விண்வெளிக் கலங்கள் மூலம் பெற்ற விவரங்களின் அடிப்படையில் சந்திரன் புவியை விட முக்கால் மடங்கு சிறியது, நிறமற்றது, மேற்பரப்பு ஒழுங் கற்றது, பல பள்ளப்பகுதிகளைப் பெற்றது, குளிர் அதிகமுடையது. புவியின் வயதே சந்திர னுக்கும் என்றும் தெரிய வருகிறது. இரண்டும் ஒரே சமயத்தில் ஒன்றுக்கருகில் மற்றொன்றாக தோன்றியதற்கு வேதிய ஆய்வுகள் சான்று பகர்கின்றன.

2) நட்சத்திரங்கள், வால்நட்சத்திரங்கள், குறுங்கோள்கள் மற்றும் பிரபஞ்சம்

அ] நட்சத்திரங்கள்

பாபிலோனியர்கள் மற்றும் கிரேக்கர்கள் காலந்தொட்டு நட்சத்திரங்களைப் பற்றி இரவு நேர வானத்தில் ஆய்வு செய்யப்பட்டு விவரங் கள் சேகரிக்கப்பட்டன. ஆனால் டாலுமீயோ, கோபுர்னுகஸோ சேகரித்த விவரங்களைவிட, டைகோ பிராஹு நட்சத்திரங்களைப் பற்றி ஆய்வு செய்து, உற்றுநோக்கி சேகரித்த விவரங்கள் மிக அதிகமாகும். வானத்தில் நட்சத்திரங்களின் இடம் நிலையானது என்ற கருத்து கிரேக்கர்களிடம் நிலவி வந்தது. இதே கருத்து கெப்லர்காலம் முடியும் வரை நிலைத்து நின்றது. ஆனால் நியூட்டனின் விதிகள் கோள்களுக்கும் பொருந்துகின்றன என்றால், அவை நட்சத்திரங் களுக்கும் பொருந்த வேண்டும் என்ற கருத்துரு நியூட்டனின் காலத்திற்குப் பிறகு எழ ஆரம் பித்தது. நியூட்டனின் மாணவரான எட்மண்ட் ஹேலீ நட்சத்திரங்களும் கோள்களைப் போன்ற இயக்கமுடையவை என்று முதலில் நிரூபித் தார். கெப்லரின் விதிகளைப் பற்றி தன்னுடைய 19ஆம் வயதில் ஹேலீ எழுதிய கட்டுரையால் மிகவும் கவரப்பட்ட பிரிட்டனின் தலைமை வானியல் நிபுணர் (Astronomer Royal) ஜான் ஃபிளம்ஸ்டீட், ஹேலீயை மேலும் ஊக்கப் படுத்தினார். அப்பொழுது அவர் புவியின் வட கோளப் பகுதியில் உள்ள நட்சத்திரங்களைப் பட்டியல் இடும் பணியில் ஈடுபட்டிருந்தார். தென்கோளப் பகுதியில் நட்சத்திரங்களைப் பட்டியல் இடும் பணியை அவர் ஹேலீயிடம் ஒப்படைத்தார். ஹேலீ இதற்காக ஆப்ரிக்காவின் தென்மேற்குக் கடற்கரைப் பகுதியில் உள்ள செயிண்ட் ஹேலினா தீவில் தங்கியிருந்து நட்சத்திரங்களின் விவரங்களை **Catalogus Stellarum Australium (= புவியின் தென்பகுதி நட்சத்திரங்களின் பட்டியல்)** என்ற தன்னுடைய படைப்பில் அவர் சேர்த்துள்ளார். இதைத் தொடர்ந்து, அவருக்கு முன் பண்டைய படைப்புகளில் நட்சத்திரங்களைப் பற்றி சேகரிக்கப்பட்ட எல்லா விவரங்களையும் அவர் ஒரு மறுஆய்வு செய்தபோது, ஒருசில நட்சத்திரங்களின் இடங்கள் [குறிப்பாக மூன்று முக்கிய நட்சத்திரங்களான சிரியஸ் (Sirius), புரோசியான் (Procyon) மற்றும் ஆர்க்டியூரஸ் (Arcturus) ஆகியவற்றின் இடங்கள்] கிரேக்கர்கள் குறிப்பிட்டிருந்த இடங்களிலிருந்து மாறி யிருந்தது தெரிய வந்தது. இந்த அடிப்படையில் அவர் நட்சத்திரங்களும் வானத்தில் நிலையாக இல்லாமல் கோள்களைப் போன்று இடப் பெயர்ச்சி அடைகின்றன என்று நிரூபித்தார்.

நமது சூரியனும் ஒரு நட்சத்திரம் தான் என்பதும், சூரியனைப் போன்ற மற்ற நட்சத்திரங்களும் புவியில் காணப்படும் தனிமப் பொருட்களால்தான் அமைந்துள்ளன என்பதும் நிற நிரல் இயல் ஆய்வுகளால் தெளிவாகின. சர் வில்லியம் ஹக்கின்ஸ் (Sir William Huggins) என்ற அறிஞர் (பொழுது போக்காக வானியல் ஆய்வு செய்தவர்) நிற நிரல் கோடுகளின் (spectral lines) அடிப்படையில் ஆல்டிபரான் (Aldebaran) மற்றும் பெடல்கியாஸ் (Betelgeuse) என்ற நட்சத்திரங்கள் புவியைப் போன்றே தனிமங்களை பெற்று இருக்கின்றன என்று கண்டறிந்தார். ஹான்ஸ் பெதே (Hans Bethe) என்ற ஜெர்மானியர் ஹிட்லரின் ஆட்சிக்குப் பயந்து அமெரிக்கா சென்றவர். நட்சத்திரங்களின் உள்ளே என்ன வேதியியல் மாற்றங்கள் நடைபெறுகின்றன என்ற விவரங்கள் இவருடைய 1938ஆம் ஆண்டு ஆய்வின் மூலம் தெளிவாகின. ஒரு நட்சத்திரம் எவ்வளவுக்கெவ்வளவு பெரிதாக இருக்கிறதோ அவ்வளவுக்கவ்வளவு அதன் உள் அழுத்தமும் வெப்பநிலையும் அதிகமாக இருக்கும். ஐன்ஸ்டீனின் $E=mc^2$ என்ற சமன்பாட்டின்படி ஒரு நட்சத்திரத்தில் பருப்பொருளின் திண்மம் (Mass) ஆற்றலாக மாற்றப்படுவதால் தான் அது ஒளிருகிறது என்ற ஆர்தர் ஸ்டான்லி எட்டிங்டனின் ஆய்வு முடிவுகள் இவருடைய ஆய்வு முடிவுகளோடு ஒத்துப்போயின. நட்சத்திரங்கள் தம்முடைய ஹைட்ரஜனை எரிபொருளாகப் பயன்படுத்தி ஹீலியத்தை உண்டாக்குகின்றன. நட்சத்திரங்களில் உள்ள ஹைட்ரஜனின் அளவு மிக அதிகமாக இருப்பதால் பல பில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு அவை ஒளிர முடியும். இந்த ஆய்வுக்காக பெதேவுக்கு 1967ஆம் ஆண்டுக்கான இயல்பியல் பிரிவு நோபல் பரிசு கிடைத்தது. ஜார்ஜ் கமாவ் (George Gamow) பெதேயின் ஆய்வுகளைத் தொடர்ந்தார். இவரின் ஆய்வுப்படி, ஒரு நட்சத்திரம் தன்னுடைய ஹைட்ரஜனை எரிபொருளாக பயன்படுத்தும் போது, அது மேலும் வெப்பமடைவதாக நிரூபித்தார்; மேலும் உருவத்தில் பெரிதாக மாறுவதாகவும் நிரூபித்தார். அவ்வாறு, நமது சூரியன் தன்னுடைய தற்போதைய பரிமாணத்தில் இரண்டு பங்காக பெரிதாகும் போது புவியின் உயிரினங்கள் அனைத்தும் அதிக வெப்பத்தால் அழிந்துவிடும் நிலை உருவாகும்.

கார்ல் ஸ்வார்ட்ஸ்ஷீல்டு (Carl Schwarzchild) (1874-1916) என்ற ஜெர்மன் அறிஞர் நட்சத்திரங்களின் பிரகாசத்தை அளக்க புகைப்பட முறைகளைப் பயன்படுத்தினார். நட்சத்திரங்களில் அவ்வப்பொழுது காணப்படும் பிரகாசத்தில் ஏற்படும் மாற்றங்களுக்குக் காரணம் அவற்றில் ஏற்படும் வெப்பநிலை மாற்றங்களே ஆகும் என்றும் அவர் வலியுறுத்தினார். ஒரு நட்சத்திரத்தின் பருப்பொருட்கள் அனைத்தும் செறிந்து காணப்படும் பகுதியை கருங்குழி (Black hole) என்று அழைக்கலாம் [இந்த சொல்லை முதன்முதலில் 1960ஆம் ஆண்டுகளில் ஜான் ஆர்ச்சிபால்டு வீலர் (John Archibold Wheeler) அவர்கள் உருவாக்கினார்]. ஒரு நட்சத்திரம் சிதைவடையும்போது இந்தக் கருங்குழிப் பகுதி மட்டும் ஓரளவுக்கு நிலைத்து நிற்கும். இந்தப் பகுதியை இதுவரை எவரும் பார்க்க முடியவில்லை; எவரும் இப்பகுதியின் இடத்தை நிர்ணயிக்கவும் இல்லை. எனினும் கருங்குழி பகுதி இருப்பதற்கான கொள்கை ரீதியான ஆதாரங்கள் உள்ளன என்று வானியல் அறிஞர்கள் வலியுறுத்தியுள்ளனர். கருங்குழிப் பகுதிகள் மெதுவாக கதிர்களை வெளியேற்றி முடிவில் முழுவதுமாக அழிகின்றன.

ஆ] வால்நட்சத்திரங்கள்

வால்நட்சத்திரங்கள் (Comets) வானத்தில் தோன்றினால் புவியில் ஏதாவது பெரிய கேடு விளையும் என்பது மக்களின் (மூட) நம்பிக்கை யாகும். ஜூலியஸ் சீசர் இறக்குமுன் வால்நட்சத்திரம் தோன்றியதாகவும், அவன் மனைவி இதனால் பயந்து போனதாகவும் ஷேக்ஸ்பியர் தன்னுடைய நாடகத்தில் குறிப்பிட்டுள்ளார். இன்றுவரை வால்நட்சத்திரங்கள் எங்கிருந்து வருகின்றன என்பது புதிராகவே உள்ளது. அரிஸ்டாட்டில் கூற்றுப்படி வால்நட்சத்திரங்கள் தோன்றுவது புவிக்கும் சந்திரனுக்கும் இடையே

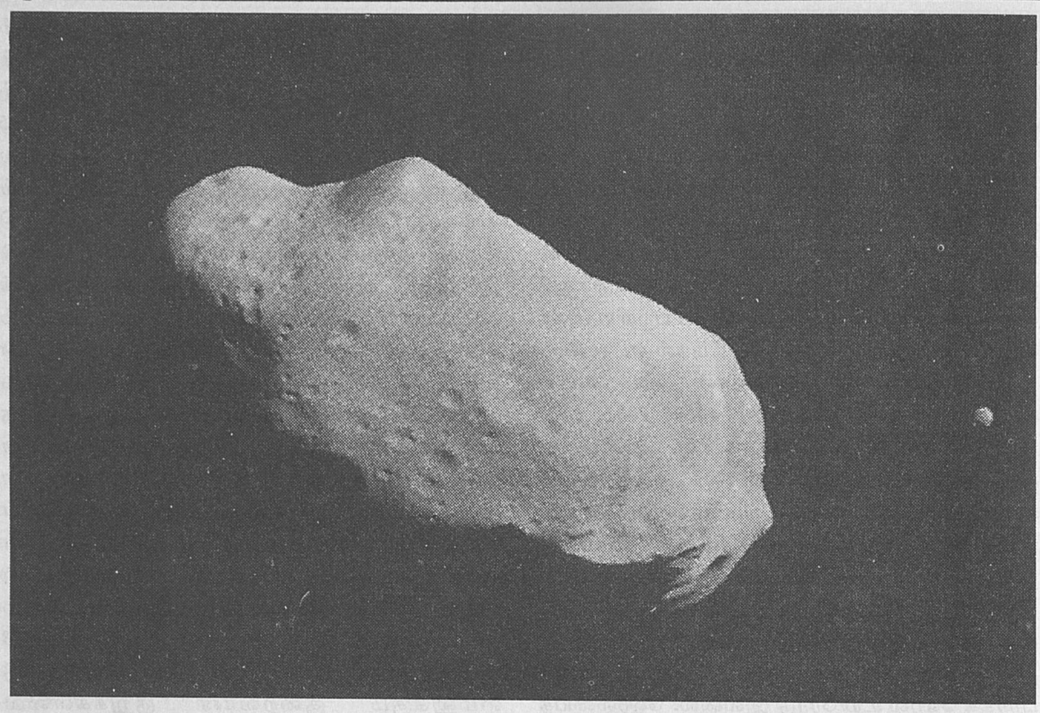
ஏற்படும் ஒரு வானியல் நிகழ்வு ஆகும். தற்பொழுது நிலவும் கருத்துப்படி இவை நமது சூரிய குடும்பத்திற்கு வெளி விளிம்பில் உள்ள ஊர்ட் முகில்கள் (Oort cloud) என்ற பகுதியிலிருந்து தோன்றுகின்றன. டைகோ பிராஹீ 1557ஆம் ஆண்டு தான் கண்ட வால்நட்சத்திரம் நிச்சயமாக புவியுடன் தொடர்புடையதல்ல என்றும், அது ஒரு நீள்வட்டப் பாதையில் இயக்கம் கொண்டிருந்தது என்றும் எடுத்துக் கூறினார். வால்நட்சத்திரங்களைப் பற்றிய மிகத் தெளிவான அறிவியல் படைப்புகள் எட்மண்ட் ஹேலீ என்பவருடையது தான். அவருடைய அறிவியல் கணிப்புகள்படி 1456, 1531, 1607 மற்றும் 1682ஆம் ஆண்டுகளில் தென்பட்ட பிரபலமான நான்கு வால்நட்சத்திரங்கள் உண்மையிலே தனித்தனியானவை அல்ல என்றும், ஒரே வால்நட்சத்திரம் தான் 76 வருட இடைவெளி விட்டு மீண்டும் மீண்டும் தோன்றுகின்றது. அதே வால்நட்சத்திரம் மீண்டும் 1758ல் தோன்றும் என்ற ஹேலீயின் கணிப்பு உண்மையாயிற்று; ஆனால் அதை பார்க்க ஹேலீ உயிரோடு இல்லை. ஹேலீயைத் தொடர்ந்து வால்நட்சத்திரங்களைப் பற்றி அதிக ஆய்வு நடத்தியவர் சார்லஸ் மெஸ்ஸியர்(Charles Messier) (1730-1817) என்பவராவார். இவர் 15க்கும் மேற்பட்ட வால்நட்சத்திரங்களைக் கண்டுபிடித்ததால் ''வால்நட்சத்திர வேட்டைக் காரார்'' என்ற புனைப் பெயரைப் பெற்றார்.

இ] குறுங்கோள்கள்

பிரபஞ்சத்தில் ஏறத்தாழ 1,00,000 குறுங்கோள்கள் (Asteroids) இருப்பதற்கான வாய்ப்புகள் தென்பட்டாலும் இதுவரை 3000 மட்டுமே கண்டறியப்பட்டுள்ளன (படம் III.6) பிரம்மாண்டமான, நிலையற்ற, உருவமற்ற, பாறைகளாலான குறுங்கோள்கள் நமது சூரிய குடும்பத்தின் செவ்வாய் கோளுக்கும் வியாழன் கோளுக்கும் இடைப்பட்ட குறுங்கோள் வளையத்தில் (asteroid belt) வட்டமிடுகின்றன. இருந்தாலும் சிறிய குறுங்கோள் கும்பல்கள் இந்த வளையத்திற்கு வெளியேயும் காணப்படுகின்றன. நமது கோள்களை உண்டாக்கும் பொருட்களால் தான் குறுங்கோள்களும் உருவாகியுள்ளன. இவற்றில் பெரும்பாலானவை கோள்களைப் போன்றே 4.5 பில்லியன் வருடங்கள் வயதானவை. பல குறுங்கோள்கள் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட கோள்களின் வட்டப் பாதைகளைக் கடந்து சுழற்சி மேற்கொள்வதால், அவை இக்கோள்களோடு மோதும் வாய்ப்புகள் உண்டு. எடுத்துக்காட்டாக, அப்பல்லோ (Apollo) மற்றும் ஆல்ட்டன் (Alten) குறுங்கோள்கள் புவியின் வட்டப் பாதையைக் கடப்பவை. இவை 50 முதல் 100 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு ஒரு முறையாவது புவியுடன் மோதுவதற்கான வாய்ப்புகள் உண்டு. கடைசியாக 65 மில்லியன் வருடங்களுக்கு முன்பு புவியோடு குறுங்கோள் ஒன்று மோதியதால், புவியின் உயிரினங்கள் கூண்டோடு அழிந்ததற்கான (mass extinction) சான்றுகள் உள்ளன. குறுங்கோள்களில் மிகவும் பெரியது சீரஸ் (Cerus); இதன் குறுக்களவு 633 மைல்களாகும். மிகச்சிறிய குறுங்கோள்கள் ஒரு மைலுக்கும் குறைவான குறுக்களவை கொண்டவையாகும்.

ஈ] நட்சத்திரக் குழுமங்களும் பிரபஞ்சமும்

பல்வேறு பரிமாணம், நிறம் மற்றும் வெப்பநிலை கொண்ட நட்சத்திரங்கள் கூட்டமாக குழுமிக் காணப்படுவது சாதாரணமான வானியல் நிகழ்வாகும். இத்தகைய கூட்டங்களுக்கு நட்சத்திரக் குழுமம் (galaxy) என்று பெயர். நம்முடைய சூரியனும் சூரிய குடும்பமும் காணப்படும் நட்சத்திரக் குழுமத்திற்கு பால்வெளி (milkyway) என்று பெயர். இதில் ஏறத்தாழ 10 பில்லியன் நட்சத்திரங்கள் உள்ளன. பால்வெளிப் பற்றிய விவரங்கள் கலிலேயோ காலத்திலிருந்து நமக்குக் கிடைத்துள்ளன. ஹெர்ஷல் (1785), ஹார்லோ ஷேப்லே (Harlow Shapley) (1917) போன்ற வானியல் நிபுணர்களும் பால்வெளி பற்றிய விவரங்களைப் பெறுவதில் மிகவும் உதவியுள்ளனர். பால்வெளியின் முதல்



படம் III.6. இடா குறுங்கோள் - கலிலேயோ விண்வெளிக் கலனிலிருந்து எடுக்கப்பட்ட ஒளிப்படம் - NASA ஒளிப்படம்

புகைப்படத்தை 1895ஆம் ஆண்டு எட்வர்டு எமிசன் பார்னார்டு (Edward Emeson Barnard) என்பவர் எடுத்தார். பால்வெளியைப் போன்று ஏறத்தாழ 2,87,000 நட்சத்திரக் குழுமங்கள் பிரபஞ்சத்தில் காணப்படுவது தெரிய வந்துள்ளது. இவற்றில் முக்கியமானது ஆண்டிரோமிடா (Andromeda) (பால்வெளியை விட பெரியது). நட்சத்திரக்குழுமத்தின் வடிவத்தை வைத்து அவை வகைப்படுத்தப் பட்டுள்ளன. பெரும்பாலானவை சுழல் வடிவானவை. எடுத்துக்காட்டு : பால்வெளி (படம் III.7). வேறு சில, கோள அல்லது நீள் வட்டமானவை; கால்பங்கு குழுமங்கள் ஒழுங் கற்ற வடிவத்தைக் கொண்டவை. நட்சத்திரக் குழுமங்களும், அவற்றில் உள்ள நட்சத்திரங் களைப் போலவே, தங்களுக்கிடையே பெரிய குழுமங்களை (groups of galaxies) ஏற்படுத்திக் கொள்கின்றன. நம்முடைய நட்சத்திரக் குழுமமான பால்வெளி, ஆண்டிரோமிடா, மற்றும் பல குழுமங்கள் ஒன்றுசேர்ந்து வட்டாரக் குழுமம் (Local group) என்ற பெரிய அமைப்பை ஏற்படுத்தியுள்ளன. எல்லா நட்சத்திரக் குழுமங்களின் குழுமங்களும் ஒன்றுசேர்ந்து அமைவதுதான் பிரபஞ்சம் (Universe).

அறிவியல் வரலாற்றில் நட்சத்திரக் குழுமங்கள் மற்றும் பிரபஞ்சம் பற்றிய கருத்துரு படிப்படியாக வளர்ந்தது. தாமஸ் இரைட் (Thomas Wright) *(1711 - 1786)* என்ற இங்கிலாந்து நாட்டு அறிஞர் தான் நியூட்டனின் இயக்க விதிகளின் அடிப்படையில் சூரியனைச் சுற்றும் கோள்கள் போன்று, நட்சத்திரங்களும் ஏதாவது ஒன்று அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட சுழலும் தொகுதிகளைச் (orbital systems) சேர்ந்தவைகளாக

படம் III.7. பால்வெளி என்ற சுருள் நட்சத்திர மண்டலம் - NASA ஒளிப்படம்

இருக்கலாம் என்று முதன்முதலில் எடுத்துரைத்தார். இந்தக் கருத்தை 1750ஆம் ஆண்டு வெளிவந்த தன்னுடைய புத்தகமான **An Original Theory and New Hypothesis of the Universe** ல் வெளியிட்டார். எனினும், பிரபஞ்சத்தின் சுழலும் தொகுதிகள் அனைத்தும் கடவுளை மையமாக வைத்துதான் சுழலுகின்றன என்று அவர் எண்ணினார். இந்தக் கருத்தை விரிவு படுத்தி இம்மானுவேல் காண்ட் *(1742 - 1804)* என்ற ஜெர்மன் நாட்டு அறிஞர் தன்னுடைய **All gemeine Naturgeschichte und Theorie die Himmels** *(= **பொது இயற்கை வரலாறும் சொர்க்கத்தைப் பற்றிய கொள்கையும்**)* என்ற நூலில் கொடுத்துள்ளார். இவருடைய கருத்துக்கள், ஊகமானதாக இருந்தாலும், தனிச் சிறப்பு வாய்ந்தவை. நட்சத்திரங்கள் ஒரு பொது மையத்தைச் சுற்றி சுழன்று வருகின்றன. இந்த மையத்தின் தன்மை தெரியவில்லை என்றாலும், அது கடவுள் இல்லை. கண்ணுக்குப் புலப்படும் நட்சத்திரங்கள் எல்லாம் ஒன்றுசேர்ந்து ஒரு பொதுவான நட்சத்திரக் குழுமத்தை ஏற்படுத்துகின்றன. நம்முடைய சூரிய குடும்பமும் அதனோடு தொடர்புடைய நட்சத்திரங்களும் மட்டும் பிரபஞ்சம் அல்ல; இதே போன்ற பல தொகுதிகள் பிரபஞ்சத்தில் காணப்படுகின்றன. எனவே பிரபஞ்சம் என்பது மிக மிகப் பெரிய சமுத்திரம் போன்றது; இதில் சுழலும் நட்சத்திரக் குழுமங்கள் பல மிதந்து காணப்படுகின்றன.

பால்வெளியின் மையத்தில் நமது சூரியன் இருப்பதாகக் கருதப்பட்டது தவறு என்றும், அது பால்வெளியின் மையத்திலிருந்து ஏறத்தாழ *50,000* ஒளி வருடங்கள் (light years) *(ஒரு ஒளிவருடம் = 9.46 x 10 12 கிலோ மீட்டர்கள்)* விலகிக் காணப்படுகிறது என்றும் ஹார்லோ ஷேப்லே கண்டுபிடித்தார். அவரின் அளவீடுகள்படி பிரபஞ்சம் நாம் நினைத்ததை விட மிகவும் விரிந்தது. ஐன்ஸ்டீனின் ஆய்வை, அடிப்படையாகக் கொண்டு வில்லியம் டி சிட்டர் (William de Sitter) என்ற ஹாலந்து நாட்டு வானியல் நிபுணர் பிரபஞ்சம் ''வளைந்த வெளியை'' (Curved space) கொண்டது என்று நிறுவினார். ஐன்ஸ்டீன் பிரபஞ்சத்தை நிலையானது என்று கருதினார். ஆனால் டி சிட்டர் பிரபஞ்சத்தின் ''வளைவு'' (curvature) தொடர்ந்து வளர்வதாகவும், வளைந்த பிரபஞ்சம் தொடர்ந்து வெளிப்பக்கம் விரிவடைகிறது என்றும் வலியுறுத்தினார். எட்வர்டு ஹப்பில் (Edward Hubble) *(1899-1953)* நாம் அறியக்கூடிய பிரபஞ்சத்தின் ஆரம் *13* பில்லியன் ஒளி வருடங்களாகும் என்று கண்டுபிடித்தார். நமக்கு அருகாமையில் உள்ள நட்சத்திரக் குழுமங்களின் தூரத்தையும் அவர் கணக்கிட்டார். இவருடைய இந்த தூரக் கணக்கீட்டு முறை ஹப்பில் விதி (Hubble's law) என்று அழைக்கப்படுகிறது. இவ்விதியின்படி ஒரு நட்சத்திரக் குழுமம் எவ்வளவுக்கெவ்வளவு எட்டியிருக்கிறதோ, அவ்வளவுக்கவ்வளவு அதன் ஒளி நம் கண்ணுக்கு நிறநிரலில் (spectrum) சிவப்புப் பகுதி நோக்கி அமைந்திருப்பது புலப்படும். ஆலன் சாண்டேஜ் (Alan Sandage) மற்றும் சக ஆராய்ச்சியாளர்களின் ஆய்வின்படி (நிறநிரல் பண்புகளின் அடிப்படையில்) நமது பிரபஞ்சம் ஏறத்தாழ 25 பில்லியன் வருடங்கள்

பழமையானது. அவர்கள் உருவாக்கிய வானியல் அளவுகோல்களைத்தான் வானியல் அறிஞர்கள் தற்பொழுது பெரிதும் பயன் படுத்திப் பல்வேறு தூரங்களில் அமைந்துள்ள நட்சத்திரக் குழுமங்களின் தூரத்தைக் கணக்கிடு கின்றனர்.

19ஆம் நூற்றாண்டின் மைய காலத்தி லிருந்து தொடர்ந்து 130க்கும் மேற்பட்ட புறக் கோள்களை (exoplanets) (நமது சூரியக் குடும்பத் திற்கு அப்பாற்பட்ட கோள்கள்) மறைமுக ஆதாரங்கள் மூலம் கண்டுபிடித்துள்ளனர். ஆனால் முதன்முதலாக 2004ஆம் வருட முடிவில் கேல் சௌவின் (Goel Chauvin) என்ற வானியல் நிபுணரின் தலைமையில் முதல் புறக்கோள் நேரடியாகப் பார்க்கப்பட்டது. இது வியாழனைவிட ஐந்து மடங்கு எடை கொண்ட தாகக் கருதப்படுகிறது. இதற்கு 2M1207B என்று பெயரிட்டுள்ளனர். இது ஒரு இறந்துபோன நட்சத்திரத்தைச் (2M1207A) சுற்றி வருவது தெரியவந்துள்ளது.

உ) காஸ்மிக் கதிர்கள், ரேடியோ அலைகள், நுண்ணலைகள்

அருட்தந்தை தியடோர் உல்ஃப் (Theodor Wolf) என்ற இயல்பியல்துறை ஆசிரியர் கதிர் வீச்சுப் (radiation) பற்றிய ஆய்வினை மேற் கொண்டிருந்தார். இதற்காகவே எலக்டிராஸ் கோப் (electroscope) என்ற கருவியைச் சிறப்பாக உருவாக்கி அக்கருவி மூலம் கதிர்வீச்சு மூலப் பொருளின் வலிமையை நிர்ணயம் செய்யும் ஆய்வில் அவர் ஈடுபட்டிருந்தார். இக் கருவியை கதிர்வீச்சு கொடுக்கும் யுரேனியத்திற்கு (Uranium) அருகில் கொண்டு வந்தால், கருவியின் உலோகத்தாள்கள் (metal foils) ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்று விலகி மின்சாரத்தைக் காற்றில் வெளிவிடும். இதனால் கருவியைச் சுற்றியுள்ள காற்று அயனியாக்கம் (ionization) செய்யப்படும். யுரேனியம் போன்ற கதிர்வீச்சு மூலப்பொருள் அருகில் இல்லாதபோதும் கூட எலக்ட்ராஸ் கோப் கருவி சில சமயம் சுற்றியுள்ள காற்றில் மின்சாரத்தை வெளியேற்றுவதைக் கண்டு வியப்புற்ற உல்ஃப், தன்னுடைய கருவியை ஜெர்மனி, ஆஸ்டிரியா, சுவிட்சர்லாந்து போன்ற நாடுகளின் வெவ்வேறு பகுதிகளில் சோதித்தார். எல்லா இடங்களிலும் கதிர்வீச்சு மூலப்பொருள் அருகில் இல்லாத போதுகூட இக்கருவி மின்சாரத்தை வெளியேற்றியது. ஆனால் வெளி யேறிய மின்சாரத்தின் அளவு சிறிதளவு மாறு பட்டது. புவியின் பரப்பிலிருந்து வரக்கூடிய கதிர்வீச்சினைத் தவிர்ப்பதற்காக 1910ஆம் ஆண்டு மார்ச் 10ஆம் நாள் 1000 அடி உயரம் உள்ள â °Ö¿ À@Öê xUâY (Eiffel) கோபுர உச்சிக்கு சென்று உல்ஃப் தன் கருவியைச் சோதித்தார். அங்கும் அக்கருவி மின்சாரத்தை வெளியேற்றி யது. அந்த கோபுரத்தின் உச்சியில் நான்கு நாட்கள் தொடர்ந்து பரிசோதித்துப் பார்த்தார். அதே முடிவினைத் தான் கண்டார். இந்த ஆய்வுகளின் அடிப்படையில் வளிமண்டலத் தில் கதிரியக்க மூலம் ஒன்று உள்ளது என்ற முடிவினை உல்ஃப் எட்டினார். இவருடைய சோதனைகளை வியன்னா நகரைச் சேர்ந்த விக்டர் ஹெஸ் (Victor Hess) தொடர்ந்து மேற் கொண்டார். 1911 முதல் 1913ஆம் ஆண்டு வரை தன்னுடைய எலக்ட்ராஸ்கோப் கருவியை பலூன்களில் 10,000 அடி உயரத்திற்குப் பலமுறை எடுத்துச்சென்று சோதனை செய்தார். 9வது பலூன் சோதனையில் 15,000 அடி உயரத் தில் இக்கருவி மூலம் வெளியேறும் மின்சாரத் தின் அளவு புவியின் புறப்பரப்பில் ஏற்படும் மின்சாரத்தை விட இரண்டு மடங்குகள் இருந் ததை அவர் கண்டார். இதன் அடிப்படையில் கதிர்வீச்சின் மூலம் புவியிலிருந்து பெறப்பட வில்லை என்றும் வான் வெளியிலிருந்துதான் வருகிறது என்றும் அவர் நிரூபித்தார். 1914ஆம் ஆண்டு கோல்ஹார்ஸ்டர் (Kolhorster) பலூனில் 30,000 அடி உயரம் சென்று, அங்கு கதிரியக்கத்தி னால் ஏற்படும் அயனியாக்க அளவு புவியின் தரைப் பகுதியைவிட 12 மடங்கு அதிகமாக இருந்ததை எடுத்துக்காட்டினார். இந்தக் கதிரியக்க செயல் புரியும் கதிர்கள் காஸ்மிக் கதிர்கள் (Cosmic rays) என்று அழைக்கப்பட்டன. இவ்வாறு காஸ்மிக் கதிர்கள் கண்டுபிடிக்கப் பட்டன.

*1931*ஆம் வருடம் அமெரிக்காவைச் சேர்ந்த கார்ல் யான்ஸ்கி (Carl Jansky) ரேடியோ அலைகளைக் (radio waves) கண்டுபிடித்தார். இதன் விளைவாக வானியலில் ரேடியோ வானியல் (radio astronomy) என்ற புதிய பிரிவு தோன்றியது. இந்த ரேடியோ அலைகள் பால்வெளியிலிருந்து தோன்றுகின்றன என்றும் கார்ல் யான்ஸ்கி நிரூபித்தார். எனினும் ரேடியோ வானியல் இரண்டாம் உலகப் போரினாலும், *1946*ஆம் ஆண்டில் E.G. போவன் (E.G. Bowen) என்ற ஆஸ்திரேலிய அறிஞரின் ஆய்வினாலும் தான் அதிக முக்கியத்துவம் பெற்றது. *1947*ஆம் ஆண்டு ரேடியோ அலைகளை உருவாக்கும் முதல் வானியல் பொருளான கடக முகில் (crab nebula) நேரடியாக பார்க்கப்பட்டது. இன்று ரேடியோ வானியல் ஆய்வுகள் மூலம் நட்சத்திரக் குழுமங்களைப் பற்றிய பல விவரங்கள் நமக்கு கிடைத்துள்ளன (பார்க்க கட்டம் III-4). ரேடியோ அலைகளை ரேடியோ தொலைநோக்கியிலுள்ள (radio telescope) தட்டு அலைக்கொடி (disc antenna) தன்னுடைய பிரதிபலிக்கும் பலகைகள் (panels) மூலம் ஒன்றுதிரட்டி, கண்டறியும் பீடம் (detecting platform) ஒன்றை நோக்கி குவிக்கின்றன. ரேடியோ வானிலையியல் மூலம் ஆலன் சாண்டேஜ் மற்றும் மார்ட்டன் ஷ்மிட் (Maarten Schmidt) ஆகிய இருவரும் குவாசார்களை (quasars - quasistellar radio sources) *1962*ஆம் ஆண்டு கண்டுபிடித்தனர்; இதேபோன்று ஆந்தோனி ஹியூஷ் (Anthony Hewish) மற்றும் ஜோசிலின் பெல் (Jocelyn Bell) ஆகிய இருவரும் *1967*ஆம் ஆண்டு பல்சார்களைக் (pulsars = துடிவிண்மீன் கள்) கண்டுபிடித்தனர். குவாசார்கள் புவியிலிருந்து 12 பில்லியன் ஒளிவருட தூரத்தில் உள்ளன. பல்சார்கள் சிதைந்து வரும் அல்லது கிட்டத்தட்ட சிதைந்த நியூட்ரான் நட்சத்திரங் களாகும் (neutron stars).

கட்டம் III-4. புவிக்கு அப்பாற்பட்ட நுண்ணறிவினை தேடுதல்
(The Search for extra-terrestrial intelligence, ET)

ஒருசில அறிவியல் அறிஞர்கள் தம்முடைய நேரத்தைப் புவிக்கு அப்பாற்பட்ட நுண்ணறிவினைத் [Extra-terrestial intelligence (ET)] தேடும் பணிக்கு அர்ப்பணித்துள்ளனர். வெளிக்கோள்கள் அல்லது சூரிய குடும்பத்திற்கு அப்பாற்பட்ட நட்சத்திரக் குழுமங்கள் போன்றவற்றில் இருந்து புவிக்கு வருவதாகக் கதைகளிலும், திரைப்படங்களிலும் காட்டப்படும் உயிரினங்கள் (?), உண்மையிலே வரமுடியுமா என்பது மிகவும் முக்கியமான வினாவாகும். ஏனெனில் அவை கடக்க வேண்டிய தூரம், காலம் ஆகியவை மிக மிக அதிகம். எனினும் ET யில் நம்பிக்கையுள்ள அறிவியல் அறிஞர்கள், என்றாவது ஒரு நாள், பிரபஞ்சத்தின் எப்பகுதியில் இருந்தாவது ரேடியோ சைகைக் குறிகளைப் பெற முடியும் என்ற நம்பிக்கையோடு காத்திருக்கிறார்கள். இந்த பிரபஞ்சத்தில், புவியில் மட்டும்தான் மனிதர்கள் இருக்கிறார்களா என்ற வினாவிற்கு இவர்கள் பதிலைத் தேடுவது ஒரு பிரபஞ்ச வைக்கோலபோரில் (cosmic haystack) ஊசியினைத் தேடுவதற்கு ஒப்பாகும்.

புவிக்கு அப்பாற்பட்ட நுண்ணறிவைத் தேடுவதில் முதல் முயற்சி 1958ஆம் வருடம் எடுக்கப்பட்டது. ஃபிலிப் மாரிசனும் (Philip Morrison) ஜியுசெப்பே கோக்கோனியும் (Giuseppe Cocconi) ரேடியோ சைகைகளை இங்கிருந்து அனுப்பி அவற்றிற்குப் பதிலாக ஏதாவது சைகைகள் வந்துள்ளனவா என்று கண்டறிய பிரபஞ்சத்திலிருந்து பெறப்படும் அனைத்து ரேடியோ சைகைகளையும் தேர்ந்தெடுத்து, ஆய்வுசெய்ய ஆரம்பித்தனர். ஆனால் அவர்களுக்கு எந்தவித பதில் சைகைகளும் கிடைக்கவில்லை.

ரேடியோ தொலைநோக்கி மூலம் ET தேடுதலின் முதல் முயற்சி OZMA என்ற ஆய்வுத் திட்டம் மூலம் 1960ஆம் ஆண்டு மேற்கொள்ளப்பட்டது. அமெரிக்காவின் மேற்கு வெர்ஜீனியா வில் அமைந்துள்ள National Radio Astronomy Observatory யில் ஃபிராங்க் டிரேக் (Frank Drake) என்பவரின் தலைமையில் இந்த ஆய்வுத் திட்டம் மேற்கொள்ளப்பட்டது. அருகே அமைந்த நட்சத்திரங்களான டாவ்செட்டி (tau ceti) மற்றும் எப்சிலான் எரிடானி (epsilon eridani) என்ற இரண்டையும் டிரேக் தேர்ந்தெடுத்து அவற்றில் இருந்து பெறப்படும் ரேடியோ சைகைகளை ஏறத்தாழ 150 மணி நேரம் தொடர்ந்து கவனித்து வந்தார். அவரால் எதுவும் கண்டுபிடிக்க முடியவில்லை. OZMA வைத் தொடர்ந்து உலகின் பல்வேறு பகுதிகளிலிருந்தும் பல தேடுதல் முயற்சிகள் மேற்கொள்ளப்பட்டாலும், எந்தவித முடிவுகளும் கிடைக்கப் பெறவில்லை. இந்த முயற்சிகளில் மிக நவீன தொழில்நுட்பங்களும், ஏராளமான தகவல்களைக் கையாளக் கூடிய வசதிகளும் (8.4 மில்லியன் வழிகளில் வரும் தகவல்களை ஆய்வு செய்யும் கணினி உட்பட) இருந்தாலும், இவை எதுவும் இதுவரை பயனளிக்கவில்லை. தேடுதல் தொடர்ந்து நடைபெறுகிறது.

*1964*ஆம் வருடம் ஆர்னோ பென்சியாஸ் என்பவரும் இராபெர்ட் W.வில்சன் என்பவரும் பெல் ஆய்வுக் கூடத்தில் ஆய்வுப் பணிபுரியும் போது நுண் அலைகளைக் (microwave) கண்டு பிடித்தனர். இவையும் பிரபஞ்சத்தின் பல பகுதி களிலிருந்து தோன்றி புவியை அடைகின்றன. நுண் அலைகள் தற்பொழுது தகவல் தொடர்புக்கும், நிறநிரலியலிலும், சூடாக்கும் அடுப்புகளிலும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

3) பிரபஞ்சம் மற்றும் சூரிய குடும்பத்தின் தோற்றம்

அ] முகில் கோட்பாடு (Nebular hypothesis)

இம்மானுவேல் காண்ட்டின் ஆய்வுகளின் அடிப்படையில் இலாப்லாஸ் *1796*ஆம் ஆண்டு சூரிய குடும்பத்தின் தோற்றம் குறித்து ஒரு கோட்பாட்டினை அவருடைய **Exposition du Systeme du Monde** என்ற நூலில் விளக்கியுள்ளார். இந்தக் கோட்பாடு பின்னர் முகில் கோட்பாடு (Nebular hypothesis) அல்லது காண்ட் - இலாப்லா ஸின் முகில் கோட்பாடு என்று அழைக்கப் பட்டது. இந்த கோட்பாடு பின்வருமாறு : ஆரம்பத்தில், சூரியன் ஒரு மிகப் பெரிய சுழலும் வாயுமுகிலாக தோன்றியது. அது சுழலும்போது அதன் வாயு சுருங்கியது. இதனால் அதன் சுழற்சி வேகம் மிகவும் அதிகமாகியது. அதனுடைய மைய ஈர்ப்பு விசையினால் அதன் வெளிப் புறமாக அமைந்துள்ள பருப்பொருளைத் தக்க வைத்துக்கொள்ள முடியாமல் போனதால் வெளிப்பகுதி மற்ற பகுதியிலிருந்து விடுபட்டு, சுருங்கி, தனிக் கோளாக மாறியது. சூரியனில் இதே நிகழ்ச்சி தொடர்ந்து நடைபெற்றதால் பல கோள்கள் பிரிந்து வந்தன. ஒவ்வொன்றும் தனித்தனி நீள்வட்டப் பாதையில் சுழலத் தொடங்கின. பின்பு சூரியனின் மைய ஈர்ப்பு விசையினால் தக்கவைத்துக் கொள்ளக் கூடிய அளவுக்கு அதன் பருப்பொருட்கள் குறைந்த வுடன் அதிலிருந்து மேலும் கோள்கள் பிரிவது நின்றது. இந்தக் கோட்பாட்டில் பல பிரச்சனை களும், விடைகாண முடியாத வினாக்களும் அடங்கியுள்ளன என்றாலும், சூரிய குடும்பத் தின் தோற்ற வரலாறு பற்றிய முதல் கோட்பாடு என்ற பெருமை இதற்கு உண்டு.

ஆ] பெருவெடிப்புக் கொள்கை

இந்தக் கொள்கையை உருவாக்கியவர் கமாவ் என்றாலும், இக்கொள்கைக்கு பெருவெடிப்புக் கொள்கை (Big Bang Theory) என்ற பெயரைச் சூட்டியவர் ஃபிரெட் ஹாயில் (Fred Hoyle) (1915-2001) ஆவர். பிரபஞ்சம் எவ்வாறு தொடங்கியது என்பது பற்றி விளக்கம் கொடுக்கும் வகையிலும் அது எவ்வாறு முடிவுறும் அல்லது முடிவுறுமா என்ற வினாக்களுக்கு விடை பகரும் முறையிலும்

இக்கொள்கை அமைந்துள்ளது. பிரபஞ்சத்தின் பல்வேறு தனிமங்கள் ''இயலுலக முட்டை'' (Cosmic egg) அல்லது ''மேன்மை அணு'' (Superatom) வெடிப்பதிலிருந்து தோன்றவதற்கான சூழல் முதலில் எவ்வாறு காணப்பட்டது என்பதை இக்கொள்கை விளக்க முற்பட்டுள்ளது. பிரபஞ்சத்தின் விரிவு 10 முதல் 15 பில்லியன் வருடங்களுக்கு முன்பு தொடங்கியிருக்க வேண்டும் என்று இக்கொள்கை நம்புகிறது. பெருவெடிப்பு (big bang) வெளியில் (space) ஏற்பட்ட வெடித்தல் அல்ல என்றும் வெளியும் நேரமும் வெடித்தலினால் ஏற்பட்டவை என்பதையும் இக்கொள்கை வலியுறுத்துகிறது. அதாவது வெளியும் நேரமும் (space and time) முதலில் இல்லை என்றும் பெருவெடிப்புக்குப் பின்பு தான் இவை இரண்டுமே தோன்றின என்றும் இக்கொள்கை தெளிவுபடுத்துகிறது. கடந்த 100 ஆண்டுகளுக்குள் காணப்பட்ட மூன்று முக்கிய நிகழ்வுகள் தான் பெரு வெடிப்புக் கொள்கையை உருவாக்க உதவி புரிந்தன. அவையாவன: i) பிரபஞ்சத்தின் விரிவு (ii) பிரபஞ்சத்தில் ஹீலியம் போன்ற மிக ''இலேசான'' தனிமங்கள் அதிகமாகக் காணப்படுவது, மற்றும் (iii) 1965ல் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட காஸ்மிக் கதிரியக்கம் (இது பிரபஞ்சத்தின் எல்லாப் பகுதிகளிலுமிருந்தும் புவிநோக்கி வருவது). நான்கும், அதற்கும் குறைவான அணு எண் உடைய இலேசான தனிமங்கள் பிரபஞ்சத்தின் தொடக்கத்திலும், கனமான தனிமங்கள் பின்பும் வானியல் நிகழ்வுகள் மூலம் தோன்றின என்றும் பெருவெடிப்புக் கொள்கை வலியுறுத்துகிறது. ஆர்னோ பென்சியாஸ் மற்றும் இராபெர்ட் வில்சன் ஆகிய இருவரும் 1965ஆம் ஆண்டு மேற்கொண்ட ஆய்வுகள் இக்கொள்கையை ஆதரித்தன. இந்த இருவருக்கும் 1978ஆம் ஆண்டுக்கான இயல்பியல் நோபல் பரிசு வழங்கப்பட்டது.

இ) ஒரே சீரான நிலைத் தன்மையுடைய பிரபஞ்சக் கொள்கை

பிரிட்டனைச் சேர்ந்த ஃபிரெட் ஹாயில், ஆஸ்திரியா நாட்டு ஹெர்மான் போண்டி மற்றும் தாமஸ் கோல்டு (Thomas Gold) ஆகியோர் சேர்ந்து இக்கொள்கையை உருவாக்கினர். இவர்களின் கூற்றுப்படி பிரபஞ்சம் சீரான நிலைத் (steady state) தன்மையுடையது. பிரபஞ்சத்தில் பருப்பொருள்கள் தொடர்ந்து உருவாக்கப்பட்டு அவற்றின் மூலம் பிரபஞ்சத்தின் விரிவு நடைபெறுகிறது. நட்சத்திரக் குழுமங்கள் தொடர்ந்து நம்மை விட்டு விலகுவதாக ஹப்பில் (Hubble) கண்டுபிடித்தது, இக்கொள்கைக்கு அடிப்படையாக விளங்கியது.

இந்த மூன்று கொள்கைகள் பற்றியும் எழுப்பப்படும் முக்கிய வினா: முதன்முதலில் பருப்பொருள் எங்கிருந்து வந்தது?

4) பிரபஞ்சம் மற்றும் புவி பற்றிய அறிவியலில் இந்தியாவின் பங்களிப்பு

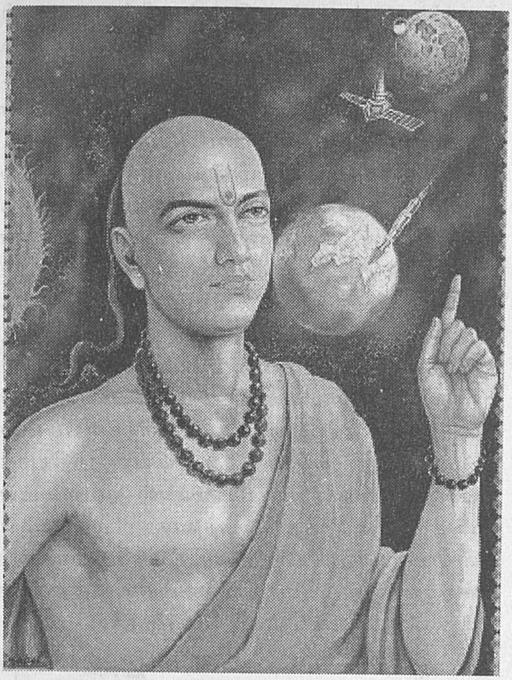
ரிக் வேதத்தின் மூலம் வேதகாலத்து இந்தியர்கள் வானியல் சிந்தனைகள், சூரியனின் பாதை, சந்திரனின் பருவங்கள், கோள்களின் இயக்கம் போன்றவற்றைப் பற்றிய தேவையான அறிவைப் பெற்றிருந்தார்கள் என்று பொதுவாகக் கருதப்படுகிறது. சந்திரனை அடிப்படையாக வைத்து மாதங்கள் நிர்ணயம் செய்யப்பட்டன. (சந்திரனுக்கு மாசக்கிருத்தா அல்லது மாதத்தை உருவாக்குபவர் என்ற பெயரும் உண்டு). சந்திர மாதங்களின் பெயர்கள் எந்தெந்த நட்சத்திரங்களில் பௌர்ணமி ஏற்படுகிறதோ அந்தந்த நட்சத்திரங்களின் பெயர்களில் சூட்டப்பட்டன. ''சந்திரனின் வீடுகள்'' (lunar mansions) என்றழைக்கப்படும் நட்சத்திர இராசி முறை இந்தியாவிற்கே உரித்தான ஒன்றாகும். பாபிலோனிய இராசிகள் சூரியனை அடிப்படையாகக் கொண்டவை (Zodiac system) வேத வானியலின் மற்றொரு சிறப்பு, 43,20,000 ஆண்டுகள் (=மகாயுகம்) கொண்ட காஸ்மிக் சுழற்சி (Cosmic cycle) பற்றிய கருத்துருவாகும். நவீன அறிவியலை வழிநடத்திச்செல்லும் அதே அறிவியல் ஆர்வம் வேதகால தத்துவ அறிஞர்களிடமும் இருந்தது என்பதும், நாசதிய சுக்தா (Nasadiya sukta) என்ற ரிக் வேதப்பகுதியில் எழுப்பப்பட்டுள்ள வினாக்களும் தற்கால

வானியல் நிபுணர்கள் எழுப்பும் வினாக்களும் ஒன்றாக இருப்பதும் குறிப்பிடத்தக்கது.

வேதங்களின் ஆறு பகுதிகளில், ஐந்தாவது பகுதியான வேதாங்க ஜோதிஷா ***(Vedanga Jyotisha)*** தான் மிகப் பழமையான வானியல் படைப்பு ஆகும். இது இலகத முனிவரால் (Sage Lagadha) ஏறத்தாழ *1150* BCE யில் எழுதப் பட்டதாக பொதுவாக நம்பப்படுகிறது. நம்மிடையே இரண்டு சோதிட - வேதங்கள் இருக்கின்றன: ஒன்று யஜுர் வேதத்தில் ஓதப்பட்ட *43* செய்யுள்கள்; மற்றொன்று ரிக் வேதத்தில் ஓதப்பட்ட 36 செய்யுள்கள். இவை இரண்டுமே முழுவதுமாக வானியலைப் பற்றி விளக்குபவை. வேதாங்க ஜோதிஷாவில் கோள்களைப் பற்றி சுட்டப்படவில்லை. 27 நட்சத்திரங்களைப் பற்றிய செய்திகள் மட்டும் உள்ளன.

இந்திய வானியல் அறிவியலைப் பற்றிய வேத காலத்திற்கு அடுத்த காலம் சிந்தாந்த வானியல் காலம் என்று அழைக்கப்படுகிறது. இக்காலம் முதலாம் ஆர்யப்பட்டாவின் படைப்புகளில் தொடங்கி இரண்டாம் பாஸ்கரா படைப்புகளுடன் முடிவடைகிறது. ஏறத்தாழ CE 5ஆம் நூற்றாண்டில் ஆரம்பித்த இந்தக் காலத்தில் *18* சித்தாந்த நூல் படைப்புகள் உருவாக்கப்பட்டன. வராகமிகிரா (Varahamihira) (ஏறத்தாழ CE 530) எழுதிய பஞ்ச சிந்தாந்திகாவில் அடங்கிய சூர்ய சிந்தாந்தா மிகச்சிறப்பான வானியல் படைப்பாகும். இந்த படைப்பைப் பற்றி பின்னால் அல்-பிரூனி என்ற அராபிய வானியல் நிபுணர் சிறப்பாகக் குறிப்பிட்டுள்ளார். இப்படைப்பில் நேரம் கணக்கிடப்படல், நீடெதிரத்தகவு அட்டவணைகள் (sine tables), நீடண்மைத்தகவு சார்பயன்கள் (Cosine functions), தீர்க்கரேகைகள், சமபகல் - இரவு நாட்கள் (சூரியன் புவி நடுக்கோட்டைத் தாண்டும் நாட்கள்) (equinoxes), கதிர்த்திருப்பங்கள் (solstices) (தட்சிணாயன புண்ணிய காலம் என்று சாதாரண வழக்கத்தில் கூறப்படுவது), கோள்களின் இயக்கம், கிரகணங்கள், சந்திரனும் சூரியனும் ஒன்றுக்கொன்று தொடர்பாக மேற்கொள்ளும் இடப்பெயர்ச்சிகள், ஒருசில வானியல் உபகரணங்கள் மற்றும் நாள்காட்டி கணித்தல் (பஞ்சாங்கம் உண்டாக்குதல்) போன்றவை விவரிக்கப்பட்டுள்ளன. வராக மிகிராவின் **பிரகத்சம்ஹிதா *(Brihat Samhita)*** என்ற நூலிலும் வானியல் நிகழ்வுகள், பூகம்பங்கள் பற்றிய விவரங்கள் காணப்படுகின்றன.

இதே காலகட்டத்தில் முதலாம் ஆர்யபட்டா (Aryabhata I) (CE 476) *(படம் III.8)* ஆர்யபாட்டியா (Aryabhatia) என்ற தன்னுடைய வானியல் நூலை CE 499 ஆம் ஆண்டு படைத்தார். இது செய்யுள் வடிவத்தில் படைக்கப்பட்ட நூலாகும். புவி தன்னைத் தானே அதனுடைய நீள் அச்சில் சுழல்கிறது என்ற கருத்தினையும், மேம்பொருத்தப்பட்ட கிளை வட்டங்கள் பற்றிய விவரங்களையும் இந்நூல் கூறுகிறது. புவி கோள வடிவானது என்றும் அவர் அறிந்திருந்தார். அவருடைய முக்கோணவியல் நீடெதிரத்தகவு சார் பயன்கள் பற்றிய அட்டவணை ஜியா (Jya) என்று வடமொழியில் அழைக்கப்படுகிறது. இந்த அட்டவணையைப் பயன்படுத்தி முக்கோணவியல் அடிப்படையில் நட்சத்திரங்கள் மற்றும் கோள்களின் இடங்களை அளவிட முடிந்தது. இவருடைய அறிவியல் கண்டுபிடிப்புகள் காலத்தை முந்தியதாக இருந்தாலும், இவருக்குப் பின்னால் 7ஆம் நூற்றாண்டில் வந்த பிரம்மகுப்தா போன்ற வானியல் நிபுணர்கள் இவருடைய படைப்புகளை, அறியாமையினால், கேலி செய்தனர் (அறிவியலின் வரலாற்றில் இத்தகைய கேலிகள் அடிக்கடி நிகழ்ந்துள்ளன என்பது குறிப்பிடத்தக்கது). பிரம்மகுப்தா (பிறந்தது CE 598) இந்தியாவின் மிகச் சிறந்த வானியல் நிபுணர்களில் ஒருவராவர். இவருடைய புகழ் இந்தியாவில் மட்டுமின்றி அரேபியாவிலும் பரவியிருந்தது. இவருடைய இரண்டு வானியல் படைப்புகளான **பிரம்மஸ்பூட சித்தாந்தம் *(Brahmasphuta Siddhanta)*** மற்றும் **கந்தகடியகா *(Khandakhadyaka)*** அராபிய மொழியில் முறையே முகமது இபின் இப்ரஹிம்



படம் III.8. ஆர்யபட்டா

அல்-பஸாரே (Muhammed ibn Ibrahim al-Fazare) (இறந்துபோன வருடம் CE 800), மற்றும் யூகுப் இபின் தரிக் (Yuqub ibn Tariq) (இறந்து போன வருடம் CE 796) ஆகியோரால் மொழி பெயர்க்கப்பட்டுள்ளன. அராபிய மொழியில் இவை முறையே **சிந்த்ஹிந்த் *(Sindhind)*** மற்றும் **அர்கந்த் *(Arkand)*** என்ற தலைப்புகளில் அழைக்கப்படுகின்றன. முதல் புத்தகத்தின் ஒரு சுருக்கிய வடிவத்தை அல் குவாரிஸமி (Al-Khwarizmi) என்பவர் படைத் துள்ளார். இதே காலகட்டத்தில் எழுதப்பட்ட மற்றொரு நூல் **கரணாஸ் *(Karanas)*** ஆகும். இது சிந்தாந்தங் களை எளிமையாக்கி அதன் சூத்திரங்களை வாழ்வியல் எடுத்துக்காட்டுகளுடன் விளக்கியும் கொடுத்துள்ளது. பிரம்மகுப்தா அராபிய அரசர் அப்பாஸிட் காலிப் (Abbasid Caliph) அவர்களின் அவைக்கு அவருடைய அழைப்பினை ஏற்றுச் சென்றார். அங்கு அரசருக்குத் தன்னுடைய வானியல் விவரங் களை அன்பளிப்பாகக் கொடுத்தார். பிரம்ம குப்தரின் நூல்களை அடிப்படையாகக் கொண்டு ஸ்ரீபதி (Sripathi) என்பவர் **சித்தாந்தசேகரா *(Siddhaantasekara)*** என்ற தன்னுடைய வானியல் படைப்பை வெளி யிட்டார். இரண்டாம் பாஸ்கரா (Bhaskara II) *(12ஆம் நூற்றாண்டு)* தன்னுடைய நூல்களான **கிரககணிதம் *(Grahaganitham)*** மற்றும் **கோளாத்தியாயா *(Goladhyaya)*** ஆகியவற்றில் கணிதவியல் செயல்முறைகளை கோள வான வியலில் (Spherical astronomy) பயன்படுத்தினார். கோள்களின் சுழல் இயக்கத்தைப் பற்றிய கருத்துக்களை மேற்பொருந்தும் கிளை வட்டங்கள் கொள்கைகளின் அடிப்படையில் இவர் விளக்கிக் கூறினார். இவருக்குப் பின் கேரளாவைச் சேர்ந்த பரமேஸ்வரா (Parameshwara) (1380-1460) என்பவர் பாஸ்கராவின் வானியல் ஆய்வுகளைத் தொடர்ந்து மேற் கொண்டார்.

இந்திய வானியல் ஆய்வின் அடுத்த காலகட்டம் ஜிஜ் காலம் (Zij period) *(இப்பெயரைச் சூட்டியவர் ஜெயந்த் நர்லிகர் ஆவார்)* எனப்படும். இப்பெயர் வரக் காரணம், இந்தக் காலத்தில் ஜிஜ்கள் *(= வானியல் அட்டவணைகள்)* தயாரிப்பதில் அதிக கவனம் செலுத்தப்பட்டது. இந்த அட்டவணைகள் மூன்று வகைப்பட்டன : ஜிஜ்-ஈ-ரஷாடி (Zij-e-Rashadi) *(உற்றுநோக்கல்கள் மூலம் தயாரிக்கப் பட்ட நேரடி அட்டவணைகள்)*, ஜிஜ்-ஈ-ஹிசாபி (Zij-e-Hisabi) *(உற்றுநோக்கல் அடிப்படையில் தயாரிக்கப்பட்ட அட்டவணைகளில் இருந்த பிழைகள் திருத்தப்பட்ட அட்டவணைகள்)* மற்றும் ஜிஜ்-ஈ-தாஷில் (Zij-e-Tashil) *(சிக்கலான, பெரிய, அட்டவணைகளிலிருந்து எளிமை யாக்கப்பட்ட அட்டவணைகள்)*. ஜிஜ் காலம் *9ஆம் நூற்றாண்டில் பாக்தாத்தில் தொடங்கி 18ஆம் நூற்றாண்டில் இந்தியாவில் முடிவுற்றது. இந்தியாவில் 1728ஆம்* ஆண்டு ராஜா ஜெய் சிங் சவாய் (Raja Jai Singh Sawai) முயற்சியால் தயாரிக்கப்பட்ட ஜிஜ்-ஈ-முகமது சாஹி (Zij-e-Muhammed Shahi) என்ற அட்டவணையுடன் ஜிஜ்

காலம் முடிவுற்றது. பாக்தாத்தில் தொடங்கிய இத்தகைய முயற்சி இந்தியாவில் முதன்முறை யாக பிரோஸ் ஷா துக்ளக் (Firuz shah Tughluq) என்ற டெல்லி அரசரின் காலத்தில் *(1351-1388)* துவங்கப்பட்டது. அப்பொழுது அராபிக் மற்றும் பெர்ஷிய மொழிகளில் இருந்த ஜிஜ்கள் படிவமெடுக்கப்பட்டு, விமர்சிக்கப்பட்டன. அக்பரின் அவையைச் சேர்ந்த அபுல் பாஸல் (Abul Fazl) (1551-1602) அவருடைய நூலான ***அயினி அக்பரியில் (Ain-e-Akbari)*** *86* ஜிஜ்களைப் பற்றி குறிப்பிட்டுள்ளார். இவற்றில் CE முதலாம் நூற்றாண்டைச்சார்ந்த ஜிஜ்-ஈ-ஹிப்பார்கஸ் (Zij-e-Hipparchus) முதல் *15*ஆம் நூற்றாண்டைச் சேர்ந்த ஜிஜ்-ஈ-குர்கானி (Zij-e-Gurgani) வரை அடங்கும்.

ராஜா ஜெய்சிங் சவாய் செய்த முயற்சி களின் விளைவாக ஐந்து வானியல் நிலையங்கள் டெல்லி, ஜெய்பூர், உஜ்ஜைன், பெனாரஸ் மற்றும் மதுராவில் நிறுவப்பட்டன. ஜெய்பூர் வானியல் நிலையம் *1728*ஆம் ஆண்டு முழுவது மாக நிறுவப்பட்டு ஜிஜ்-ஈ-முகமது சாஹி என்ற பெயரிடப்பட்டது. ஆனால் வானியல் அறிவில் *100* வருடங்கள் பின்தங்கி இருந்ததால் அவர் நிறுவிய வானியல் நிலையம் எதற்காக நிறுவப்பட்டதோ அந்த இலக்கை அடைய முடியவில்லை. இந்நிலையத்தின் பித்தளை மற்றும் கற்களால் ஆன கருவிகள் ஏற்கனவே காலம் தாழ்ந்தவையாகி விட்டன. இதே போன்றுதான் மற்ற இடங்களில் அவரால் நிறுவப்பட்ட வானியல் நிலையங்களும் அவற்றின் நோக்கங்களை அடையவில்லை. அன்று முதல் இன்று வரை அவை சுற்றுப் பயண இடங்களாகத்தான் காட்சியளிக்கின்றன. ஜெய்சிங் சவாயின் இன்னொரு செயலும் பயனற்றதாக மாறிவிட்டது. அவர் தயாரித்த வானியல் அட்டவணைகளில் ஃபிலிப் டி லா ஹையரின் (Philippe de la Hire 1640-1718) Tabulae Astronomicae என்ற பிழைகள் நிறைந்த அட்டவணையின் விவரங்கள் சேர்க்கப்பட்ட தால், அந்த அட்டவணைகளும் பயனிழந்தன. எனவே ஜெய்சிங் சவாயின் வானியல் தொடர் பான முயற்சிகள் அனைத்தும் நேர்ந்தளிப்பவை களாக இருந்தாலும், அறிவியல் ரீதியாக பயனற்ற செயல்களாகும். ஆனால் அவருடைய காலத்தில் வாழ்ந்த ஜெகந்நாதா (Jagannatha) என்பவர் டாலுமியின் படைப்பான **Almagest** என்ற நூலை வடமொழியில் **சம்ராத் சித்தாந்தா** என்ற தலைப்பில் மொழி பெயர்த்தார்.

ஐரோப்பிய நாட்டவர் இந்தியாவை ஆட்சி செய்த காலத்தில் குறிப்பிடத்தக்க வானியல் ஆய்வுகள் மேற்கொள்ளப்பட வில்லை. ஆனால் வானியல் நிலையங்கள் பல நிறுவப்பட அவர்கள் காரணமாக இருந்தனர். ஐரோப்பியர் ஆண்ட காலத்தில் மேற்கொள்ளப் பட்ட முயற்சிகள் பற்றிய விவரங்கள் கட்டம் III-5 ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

கட்டம் III.5. ஐரோப்பியர் இந்தியாவை ஆண்ட காலத்தில் மேற்கொள்ளப்பட்ட வானியல் பற்றிய முயற்சிகள்

ஐரோப்பிய கண்டத்தைச் சேர்ந்த இங்கிலாந்து, பிரான்ஸ், போர்ச்சுகல், டென்மார்க், ஹாலந்து போன்ற நாட்டவர் இந்தியாவின் வெவ்வேறு பகுதிகளில் ஆட்சி செலுத்தினர். 1689ஆம் ஆண்டு ஜீன் ரிச்சாடு (Jean Richaud) என்ற பாதிரியார் பாண்டிச்சேரியில் தங்கியிருந்து ஆல்ஃபா சென்டௌரி (Alpha Centauri) என்பது ஒரு இரட்டை நட்சத்திரம் என்று கண்டறிந்தார்; அவர் ஒரு வால் நட்சத்திரத்தையும் முதன்முதலில் பதிவு செய்தார். பாண்டிச்சேரியின் தீர்க்கரேகை (longitude) மற்றும் அட்சரேகையை (latitude) நிர்ணயம் செய்தார். சென்னை வானியல் நிலையம் வில்லியம் பெட்ரி (William Petrie) என்பவரால் எழும்பூரில் 1786ஆம் ஆண்டு நிறுவப்பட்டது. பின்னால் அது நுங்கம்பாக்கத்திற்கு மாற்றப்பட்டது. இதில் சிறந்த தொலைநோக்கிகள் அமைக்கப்பட்டன. ஜான் வாரன் (John Warren) என்ற இதன் இயக்குநர் 1805ஆம் ஆண்டு சென்னையின் தீர்க்கரேகையை

நிர்ணயம் செய்தார். இவருடைய படைப்பான ***Kala Sankalita*** (= **நேரத்தின் சித்தாந்தம்**) என்ற நூல் இந்துக்களின் பஞ்சாங்கத்தை ஐரோப்பியர்கள் புரிந்து கொள்ள உதவியது. கொடைக்கானல் வானியல் நிறுவனம் 1899ஆம் வருடம் நிறுவப்பட்டது. திருவனந்தபுரத்தில் 1837ஆம் ஆண்டும், டேராடூனில் 1878ஆம் ஆண்டும், பூனாவில் 1888ஆம் ஆண்டும், ஐதராபாத்தில் 1901ஆம் ஆண்டும் நல்ல வசதிகள் பொருந்திய வானியல் நிலையங்கள் தோற்றுவிக்கப்பட்டன.

20ஆம் நூற்றாண்டில் வானியல் ஆய்வில் பங்குகொண்ட முக்கிய இந்தியர்களில் சர்.சி.வி.இராமன் (Sir C.V.Raman), இராதா கோவிந்த சந்திரா (Radha Gobinda Chandra) [எல்மர்-சந்திரா (Elmer-Chandra) தொலைநோக்கியை நிறுவியவர்; இந்த தொலைநோக்கி தற்போது காவலூர் (Kavalur) ஆய்வு நிலையத்தில் உள்ளது] போன்றவர்கள் முக்கியமானவர்கள். வானியல் அறிவியலுக்கு குறிப்பிடத்தக்க முன்னேற்றத்தைக் கொடுக்காவிட்டாலும், இந்திய அறிவியல் நிபுணர்களான மேக்நாத் சாஹா (Meghnad Saha (1893-1956) மற்றும் எஸ்.சந்திரசேகர் (S.Chandrasekhar) போன்றவர்களின் ஆய்வுகள் வான் இயல்பியல் (Astrophysics) துறைக்கு பெருமை சேர்த்தன. சாஹாவின் உயர்வெப்பநிலை அயனியாக்கம் பற்றிய கொள்கை வான் இயல்பியலில் குறிப்பிடத்தக்க இடத்தைப் பிடித்தது. முதலில் வங்காளத்திலும் (1920ஆம் ஆண்டு), பின்பு அலகாபாத் பல்கலைக்கழகத்திலும் (1923ஆம் ஆண்டு), மீண்டும் கொல்கத்தாவிலும் (1938ஆம் ஆண்டு) ஆய்வு செய்த சாஹா, இந்தியாவில் நவீன வான்இயல்பியல் துறையை நிறுவிய பெருமையைப் பெற்றவர். இதேபோன்று S.சந்திரசேகர் (1910-1995), சென்னையிலும், கேம்பிரிட்ஜ் பல்கலைக்கழகத்திலும், பின்பு அமெரிக்காவிலும் வான் இயல்பியல் துறையில் சிறந்த ஆய்வுகளை மேற்கொண்டார். இவருடைய ''சந்திரசேகர் பொருண்மை வரம்பு'' (Chandrasekhar mass limit) என்ற ஆய்வு முடிவு இவருக்கு 1983ஆம் ஆண்டு இயல்பியல் நோபல் பரிசைப் பெற உதவியது. வானியல் ஆய்வில் குறிப்பிடத்தக்க படைப்புகளை உருவாக்கிய மற்ற அறிவியல் அறிஞர்கள் பின்வருமாறு : விஷ்ணு வாசுதேவ நர்லிகர் (Vishnu Vasudeva Narlikar) (1908-1991) (இவர் ஆர்தர் ஸ்டான்லி எட்டிங்டனிடம் கேம்பிரிட்ஜ் பல்கலைக்கழகத்தில் பயின்றவர்), பிரஹல்லாத் சுனிலால் வைத்யா (Prahalad Chunilal Vaidya) (பிறந்தது 1918ஆம் ஆண்டு) [விரிந்து கொண்டிருக்கும் நட்சத்திரத்தின் ஈர்ப்புவிசை களத்தை அளக்கும் வைத்யா அளவு (Vaidya metric) மிகவும் பிரபலமானது]. அனில்குமார் இராய்சௌத்ரி (Anil Kumar Raychaudhri) (விண்ணியலில் வல்லுநர்) போன்றவர்கள் ஆவர்.

இந்தியா சுதந்திரம் பெற்ற பின்பு வானியல் ஆய்வில் சிறப்பாக ஈடுபட்டவர்கள் பின்வருமாறு : வைனு பாப்பு (Vainu Bappu), *(இவர் ஜவ்வாது மலையில் உள்ள காவலூரில் வானியல் நிலையம் ஒன்றைத் தொடங்கியவர்; இவர் பெயரில் இந்த நிலையம், இன்று அழைக்கப்படுகிறது)*, விக்ரம் சாராபாய் (Vikram Sarabhai) (1919-1971) *(காஸ்மிக் கதிர் பற்றிய துறையில் வல்லுநர்; ஹோமி பாபாவால் நிறுவப்பட்ட TIFR என்ற டாடா அடிப்படை ஆய்வு நிலையத்தில் நிறுவப்பட்ட காஸ்மிக் கதிர் ஆராய்ச்சிக் கூடத்தின் தலைவராக இருந்தவர்)* மற்றும் கோவிந்த ஸ்வரூப் (Govind Swarup) *(பிறந்தது 1929ஆம் ஆண்டு) (இவர் வானொலி வானியல் வல்லுநர்; இவரும் TIFR ல் ஆய்வு மேற்கொண்டவர்)*

IV

பருப்பொருளும், ஆற்றலும்

1) முன்னுரை

பிரபஞ்சத்தில் காணப்படும் அனைத்து பொருட்களிலும் முக்கிய ஆக்கக் கூறுகளாக இருப்பவை பருப்பொருளும் (matter) ஆற்றலும் (energy) தான். இடத்தை (space) நிரப்பும் எதையும் பருப்பொருள் எனலாம். அதற்கு பொருண்மை உண்டு. ஒரு வேலையைச்செய்யக்கூடிய திறனுக்கு ஆற்றல் என்று பெயர். பருப்பொருள் எவ்வாறு வெவ்வேறு வடிவங்களையும் ஏற்குமோ அதுபோன்று ஆற்றலும் வெவ்வேறு வடிவங்களில் காணப்படலாம். பருப்பொருளில் சேமிக்கப்பட்டுள்ள /அடங்கியுள்ள ஆற்றல் உள்ளார்ந்த ஆற்றல் (Potential energy) என்றும், இடப்பெயர்ச்சி அடையும் பொருட்களில் காணப்படும் / வெளிப்படும் ஆற்றல் இயக்க ஆற்றல் (Kinetic energy) என்றும் கூறப்படும். ஒருவகை ஆற்றல் இன்னொருவகை ஆற்றலாக மாறலாம். பருப்பொருளை உருமாற்றம் செய்யலாம், மீண்டும் மீண்டும் பயன்படுத்தலாம் (recycled), வெவ்வேறு வகைகளில் இணைக்கலாம்; ஆனால் அது மறைவதில்லை [= பருப்பொருள் அழிவின்மை விதி (Law of conservation of matter]. ஆற்றலின் மூலம் பருப்பொருளை மீண்டும் மீண்டும் பயன்படுத்தலாம். ஆனால் ஒரே ஆற்றலை மீண்டும் மீண்டும் பயன்படுத்த முடியாது. இந்த அத்தியாயத்தில் பருப்பொருள் மற்றும் ஆற்றல் பற்றிய அறிவியலின் வரலாறு கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

2) அணுக்களும் தனிமங்களும்

எல்லா பொருட்களும் ஒரு சில அடிப்படை மூலப்பொருட்களால் உண்டாக்கப்பட்டிருக்க வேண்டும் என்ற எண்ணம் பண்டைய மனிதர்களிடையே இருந்து வந்தது. கிரேக்கர்கள் நான்கு அடிப்படை மூலப்பொருட்கள் இருப்பதாகக் கருதினார்கள். அவையாவன : காற்று, நெருப்பு, நீர் மற்றும் மண். டாவோ தத்துவஞானிகள் (Taoists) ஐந்து இடைச் செயலாற்றும் (interacting) மூலங்கள் கொண்ட கொள்கையை உருவாக்கியுள்ளனர். அவையாவன : உலோகம், நீர், மரக்கட்டை, நெருப்பு மற்றும் மண். எனினும் எந்த பண்டைய தத்துவமும் அணு (atom)

பற்றிய கருத்தைக் கொண்டிருந்ததாக எடுத்துக் காட்டப்படவில்லை (ஆனால், பார்க்க பக்கம் 99) BCE ஐந்தாம் நூற்றாண்டில் இலையூசிப்பஸ் (Leucippus) என்ற கிரேக்க ஞானி ஒரு பொருளை மேலும் மேலும் தொடர்ந்து உடைத்துக் கொண்டே சென்றால் கடைசியாக என்னவாகும் என்று வினவினார். அவ்வாறு உடைத்துக் கொண்டே செல்வது சாத்தியமான ஒரு செயலாகும் என்றும் அவர் கருதினார்; ஆனால் அவர் இம்முயற்சியை மேற்கொள்ளவில்லை. அவ்வாறு செய்தால் கிடைக்கப்பெறும் மிகச் சிறிய பருப்பொருளை அவர் அணு (atom) என்று அழைத்தார். Atom என்ற சொல்லுக்கு ''மேலும் உடைக்க முடியாத'' என்று பொருள். அவருடைய மாணவரான டிமோகிரிடஸ் (Democritus) (ஏறத்தாழ BCE 470-380) இலையூசிப்பஸின் அணுக்கொள்கையை மேலும் விரிவு படுத்தினார். அவருடைய கொள்கைப்படி, உலகில் உள்ள அனைத்துப் பொருட்களும் (மனிதர்கள், கடவுள்கள் உட்பட) அணுக்களின் திரட்டுதலால் ஆனவை என்றும், அணுக்களை பார்க்கவும் பிரிக்கவும் முடியாது என்றும், அவற்றிற்கு உருவமும், பொருண்மையும், இயக்கமும் உண்டு என்றும், அவற்றை அழிக்கவும் மேலும் உடைக்கவும் முடியாது என்று கூறினார். பருப்பொருளில் காணப்படும் எல்லா மாற்றங்களுக்கும் அணுக்கள்தான் காரணம் என்றும், அவை ஒன்றுதிரட்டப்படுவதாலோ அல்லது ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்று பிரிக்கப்படுவதாலோ தான் பருப்பொருள் மாற்றங்கள் ஏற்படுகின்றன என்றும் அவர் வலியுறுத்தினார். பின்னால் வந்த அறிஞர்களில் ரேஜஸ் என்ற அராபிய அறிவியல் அறிஞர் (பிறந்தது ஏறத்தாழ CE 852). அணுக் கொள்கையை ஆதரித்தார். இவரது கூற்றுப்படி அணுக்கள் தான் முன்னால் கூறப்பட்ட நான்கு மூலப்பொருட்களை (காற்று, நீர், நெருப்பு, மண்) உண்டாக்குகின்றன. அழுத்தத்திற்கு உட்படும் ஒருவாயு அது நிரம்பியுள்ள கலத்தின் பக்கப்பரப்பில் வேகமாக மோதுவது அதன் அணுக்களால் தான் ஏற்படுகிறது என்று 17ஆம் நூற்றாண்டில், இராபெர்ட் ஹுக் (1635-1703) நம்பினார். ஆனால் அவரும் இராபெர்ட் பாயிலும் (Robert Boyle) (1627-1691) அணு என்ற சொல்லைப் பயன்படுத்தாமல் நுண்துகள் (corpuscle) என்ற சொல்லைப் பயன்படுத்தினர். இராபெர்ட் பாயில் தன்னுடைய சோதனைகள் மூலம் வாயுக்கள் அழுத்தப்படும்போது பரவலாகப் பிரிந்து காணப்பட்ட அதன் நுண்துகள்கள் நெருக்கமாக அமைகின்றன என்று நிரூபித்தார். 18ஆம் நூற்றாண்டின் பிற்பகுதியில் நீர் ஒரு தனி மூலப்பொருள் அல்ல என்றும் அது ஹைட்ரஜன் மற்றும் ஆக்சிஜன் ஆகியவற்றின் கலவை என்றும் அறியப்பட்டது. மேலும், பல தனிமங்கள் (elements) கிரேக்கர்களின் நான்கு மூலப்பொருட்களிலிருந்து வேறுபட்டவை என்று நிரூபிக்கப்பட்டு விட்டன. மேற்கூறிய நுண்துகள்கள் (= அணுக்கள்) பற்றிய ஆய்வுகள் பல நடைபெற்ற போதும், அறிவியல் அறிஞர்களிடையே அணுவைப் பற்றிய கருத்துக்கள் ஊடுருவவில்லை. இந்தத் தருணத்தில் தான் ஜான் டால்டன் தன்னுடைய ஆய்வுகளைத் தொடங்கினார்.

தான் இறந்த 78ஆம் வயது வரை ஜான் டால்டன் வானிலை பற்றிய தகவல்களையும், விவரங்களையும் சேகரித்து வந்தார். அவர் இறக்கும்போது ஏறத்தாழ 200,000 விவரங்கள் அவரிடம் இருந்தது குறிப்பிடத்தக்கது. வானிலை ஆய்வில் அவர் மேற்கொண்ட சீரிய பற்றுதான் வாயுக்களின் புதிர்கள் பற்றி அவர் தெளிவான முடிவுகள் மேற்கொள்ளவும், அணுக்கொள்கையை (atomic theory) உருவாக்கவும் மிகவும் உதவியது. வாயுக்களின் கலவை (காற்றில் இருப்பது போன்று) ஒன்றின் மொத்த எடை அதில் கலந்துள்ள தனித்தனி வாயுக்களின் கூட்டு எடையே என்று அவர் நிரூபித்தார். ஒரு கலவையில் உள்ள வாயுக்கள் ஒன்றை ஒன்று பாதித்துக் கொள்வதில்லை என்றும் வாயுக் கலவை ஒன்றின் மொத்த அழுத்தம் அதில் கலந்துள்ள தனித்தனி வாயுக்களின் கூட்டு அழுத்தமே என்றும் அவர் மேலும் நிரூபித்தார். இராபெர்ட் பாயிலின் வாயுக்கள் பற்றிய படைப்புகளும், இலூயி பிரவுஸ்ட்டின் (Louis

படம் IV.1. டால்டனின் தனிமப்பட்டியல். தனிமங்களின் குறியீடுகள் அவற்றின் இடது புறங்களில் குறிக்கப்பட்டுள்ளன.

Proust) மாறாவிகித விதியும் (Law of definite proportions) (அதாவது ஒரு கலவையில் சேரும் வேதியப் பொருட்கள் முழுமையான விகிதத்தில்தான் இணைகின்றனவே ஒழிய பின்னங்களில் இணைவதில்லை) டால்டனின் அணுக்கொள்கையை உருவாக்குவதில் முக்கியப் பங்கு ஆற்றின. இவருடைய அணுக் கொள்கையின்படி, ஒவ்வொரு தனிமமும் மிகச் சிறிய துகள்களால் ஆனவை; இத்துகள்கள், டிமோகிரட்டஸைப் பெருமைப்படுத்துவதற் காக, அணுக்கள் என்று பெயரிடப்பட்டன. இவை மேலும் பிளக்கப்பட முடியாதவை என்று டால்டன் கூறியபோதும், பின்னால் செய்யப்பட்ட ஆய்வுகள் அணுவைப் பிளக்க லாம் என்றும் அது மேலும் சிறிய துகள்களால் ஆனது என்றும் எடுத்துக்காட்டின. இதன் காரணமாக, டால்டனின் ''அணு'' தற்பொழுது ''வேதிய அணு'' என்று அழைக்கப்படுகிறது. வெவ்வேறு வேதியத் தனிமங்களின் அணுக்கள் எல்லாம் ஒரே மாதிரியானவை அல்ல என்றும் டால்டன் கூறினார். வெவ்வேறு பொருட்களின் அணுக்கள் உருவத்தில் வேறுபட்டவை என்ற டிமோகிரட்டஸின் கூற்று தவறானது என்று நிரூபித்த டால்டன், இந்த அணுக்கள் எடையில் மட்டும்தான் வேறுபட்டவை என்று கருதினார். 1803ஆம் ஆண்டு செப்டம்பர் மாதம் டால்டன் அணுக்களின் எடை பற்றிய முதல் பட்டியலை வெளியிட்டார்; இதில் ஹைட்ரஜனின் எடை ஒன்று என எடுத்துக்கொள்ளப்பட்டு அதன் அடிப்படையில் மற்ற தனிமங்களின் எடைகள் பெருக்கப்பட்டு நிர்ணயிக்கப்பட்டிருந்தன. பின்பு அவர் தன்னுடைய முதல் பட்டியலை விரிவுபடுத்தி 21 தனிமங்களுக்கான அணு எடையையும், குறியீடுகளையும் வெளியிட்டார் (படம் IV.1).

கனற்சி (combustion) பற்றிய ஒருங் கிணைந்த கொள்கை ஒன்றை உருவாக்கும் முயற்சிகளின் விளைவாக பல தனிமங்களும் அவற்றின் பண்புகள் பற்றியும் கண்டுபிடிப்பு கள் ஏற்பட்டன. இந்த ஆய்வு பற்றிய முதல் கருத்து J.J.பெக்கர் (J.J.Becher) (1635-1682) என்ற ஹாலந்து நாட்டு இரசவாதி (alchemist) மூலம் ஏற்பட்டது. அவரின்கூற்றுப்படி உலகில் உள்ள அனைத்து பருப்பொருட்களும் காற்று, நீர் மற்றும் மூன்று வகையான மண்களால் ஆனது. இந்த மூன்று மண்களும் முறையே டெர்ரா பின்குவிஸ் (terra pinguis) (கொழுப்பு மண்) டெர்ரா மெர்குரியாலிஸ் (terra mercurialis) (= பாதரச மண்) மற்றும் டெர்ரா லபிடியா (terra lapidia) (= கல் மண்) என்று அழைக்கப்பட்டன. பின்பு G.E. ஷ்டால் (G.E.Stahl) (1660-1734) டெர்ரா பின்குவிஸின் பெயரை புளோஜிஸ்டான் (phlogiston) என்று மாற்றினார். ஒரு பொருளை

எரிக்கும்போதோ, சூடாக்கும் போதோ (calcinated) (ஒரு பொருளை அது உருகும் வெப்ப நிலைக்குச் சற்றுக் குறைவாக சூடாக்குதல்) அல்லது ஆக்சிகரணமடையச் (oxidise) செய்யும் போதோ (ஆனால் அக்கால கட்டத்தில் ஆக்ஸி கரணம் என்பதைக் குறிக்கும் Oxidised என்ற ஆங்கிலச் சொல் உருவாக்கப்படவில்லை) அந்தப் பொருளால் வெளியிடப்படும் அல்லது இழக்கப்படும் வீரியமுள்ள திரவம் தான் புளோஜிஸ்டான் என்று ஷ்டால் கூறினார்.

ஜோசப் பிளாக் (Joseph Black) (1728-1799) என்ற எடின்பரோ பல்கலைக்கழக ஆய்வாளர் நத்தை ஓட்டை அதிக சூடாக்கும்போது அவர் கார்பன்டை ஆக்ஸைடைக் (CO_2) கண்டுபிடித் தார். இதனை அவர் முதன்முதலில் ''மாறாத காற்று'' (fixed air) என்றுதான் அழைத்தார். நத்தை ஓட்டின் கால்சியம் கார்பனேட் சூடாக்கப்படும்போது கால்சியம் ஆக்ஸைடாக மாறியது; கூடவே CO_2 வும் வெளியானது. இந்த CO_2 ஐ மீண்டும் கால்சியம் ஆக்ஸைடோடு இணைத்ததால் மீண்டும் கால்சியம் கார்பனேட் தோன்றியது. CO_2. காற்றில் சாதாரணமாகக் காணப்படும் ஒரு வாயு என்றும் அது எரியும் மெழுகுவர்த்தியை அணைக்கக்கூடியது என்றும் ஜோசப் பிளாக் எடுத்துக் காட்டினார். இவ ருடைய மாணவர் ரூதர்ஃபோர்டு (Rutherford) நைட்ரஜன் வாயுவைக் கண்டுபிடித்தார். இதனை அவர் புளோஜிஸ்ட் ஆன (phlogisticated) காற்று என்று குறிப்பிட்டார். 1766ஆம் ஆண்டு ஹென்றி காவண்டிஷ் ஹைட்ரஜன் என்ற எரியும் வாயுவைக் கண்டுபிடித்தார். ஆனால் ஹைட்ரஜன் (=நீரைக் கொடுக்கக் கூடிய) என்ற பெயர் பின்னால் இலவாய்சியர் என்பவரால் தான் சூட்டப்பட்டது. காவண்டிஷ் ஆர்கான் வாயுவையும் கண்டுபிடித்தார் [பின்னால் வில்லியம் இராம்சே (William Ramsay) என்பவரால் இது உறுதி செய்யப்பட்டது].

ஜோசப் பிரீஸ்ட்லி (1773-1804) இங்கி லாந்தின் லீட்ஸ் நகரில் உள்ள ஒரு சாராயத் தொழிற்சாலையில் ஆய்வு செய்து வந்தார். அங்கு சோடா நீர் (CO_2 வையும் நீரையும் சேர்த்து உண்டாக்கியது), அமோனியா, கந்தக - டை - ஆக்ஸைடு (SO_2), கார்பன் மோனாக்ஸைடு (CO), ஹைட்ரஜன் சல்பைடு (H_2S), மற்றும் ஆக்சி ஜனைக் கண்டுபிடித்தார். பாதரச ஆக்ஸைடை வெப்பப்படுத்தி அவர் ஆக்சிஜனைப் பிரித் தெடுத்தார். இது எரியும்மெழுகுவர்த்தியை மேலும் பிரகாசமாக எரிய வைத்தது; மனிதர் களை எளிதில் மூச்சுவிட வைத்தது. ஆனால் புளோஜிஸ்டான் கொள்கையின் அடிப்படை யில், ஆக்சிஜனை இவர் முதன்முதலில் புளோஜிஸ்டான் நீக்கப்பட்ட காற்று (dephlogisticated air) என்று அழைத்தார். பின்புதான் இலவாய்சியரால் ஆக்ஸிஜன் என்ற பெயர் சூட்டப்பட்டது. இலவாய்சியரால் மேற் கொள்ளப்பட்ட ஆய்வுகள் புளோஜிஸ்டான் கொள்கையைத் தவறு என்று நிரூபிக்க வைத்தன. ஒரு உலோகத்தின் ஆக்ஸைடு அந்த உலோகத்தின் அசல் எடையை விட அதிகமாக இருந்ததை அவர் கண்டுபிடித்தார். ஆனால் இக் கொள்கையின்படி உலோக ஆக்ஸைடின் எடை குறைவாக இருக்க வேண்டும். எனவே, இரும்பு துரு பிடிப்பதும் (இரும்பு, இரும்பு ஆக்ஸை டாக மாறுவது), கனற்சியும் புளோஜிஸ்டானின் இழப்பை சந்திக்காத நிகழ்வுகள் என்று அவர் வலியுறுத்தினார். இதற்கு மாறாக இந்நிகழ்வு களின் போது காற்றிலிருந்து புளோஜிஸ்டான் பெறப்படுகிறது.

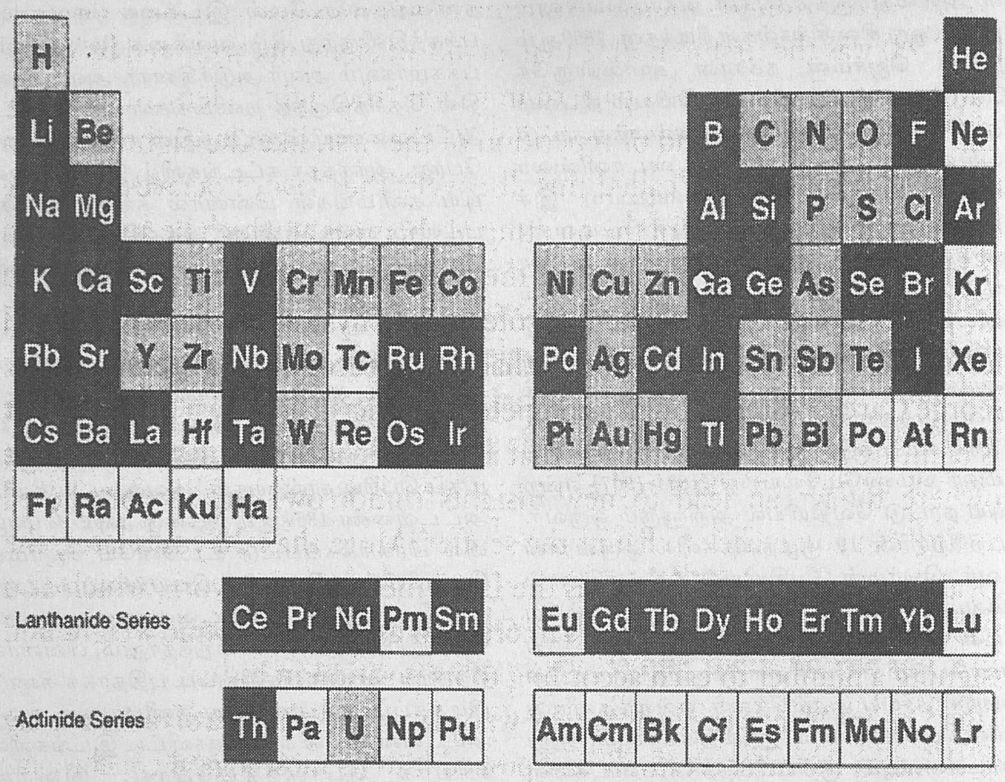
ஜான் டால்டன் அணுக்கொள்கையைத் தவிர பலவிகித விதியை (Law multiple proportions) உருவாக்கினார். இதன்படி, இரண்டு தனிமங்கள் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட கூட்டுப் பொருட்களை உருவாக்கலாம். எடுத்துக்காட்டாக, கார்பனும், ஆக்சிஜனும் CO வையும் CO_2 வையும் உருவாக்க லாம்; ஆனால் இந்த இரண்டு தனிமங்களும் வெவ்வேறு விகிதங்களில், எப்பொழுதும் முழு எண் விகிதங்களில், இணைகின்றன. எடுத்துக் காட்டாக, CO உண்டாக்கும்போது கார்பனும் ஆக்சிஜனும் 3:4 என்ற எடை விகிதத்தில் இணைகின்றன. CO_2 வை உண்டாக்கும்போது கார்பனும் ஆக்சிஜனும் 3:8 என்ற விகிதத்தில் இணைகின்றன.

*1802*ஆம் ஆண்டு ஜோசப் கே-லூசாக் (Joseph Gay -Lussac) எல்லா வாயுக்களும் ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் (ஒரே நிலையான அழுத்தத்தில்) ஒரே அளவுக்குத் தான் விரிவடைகின்றன என்று நிருபித்தார். இதே முடிவை ஜான் டால்டனும், ஜாக் சார்லஸம் தம்முடைய தனித்தனியான ஆய்வுகள் மூலம் எட்டினர். இந்த முடிவு சார்லஸ் விதி என்று அழைக்கப் படுகிறது. இந்த விதியைப் பயன்படுத்தி அமிடியோ அவோகாட்ரோ (Amedeo Avogadro) (1776-1856) *1811*ஆம் ஆண்டு ஒரு முக்கியமான கோட்பாட்டை உருவாக்கினார். அவோ காட்ரோ கோட்பாடு (Avogadro's hypothesis) என்று அழைக்கப்படும் இந்த கோட்பாட்டின்படி, சம பங்குள்ள வெவ்வேறு வாயுக்கள் ஒரே வெப்ப நிலையில் ஒரே எண்ணிக்கையில் நுண்துகள் களைக் (= அணுக்கள்) கொண்டிருக்க வேண்டும். ஆனால் இந்தக் கோட்பாட்டை ஆரம்பத்தில் எவரும் ஏற்கவில்லை; மிகவும் கடினமாக விமர்சனம் செய்தனர். எனினும் *1858*ஆம் ஆண்டு இந்தக் கோட்பாடு ஏற்கப்பட்டது. இக்கோட்பாட்டை அவோகாட்ரோ மிக எளிமையாக விளக்கியுள்ளார். ஒரு பங்கு ஹைட்ரஜனையும் ஒரு பங்கு குளோரினையும் இணைத்தால் ஒரு பங்கு ஹைட்ரஜன் குளோரைடு (HCl) வாயுவைத் தான் எதிர்பார்க்க வேண்டும். ஆனால் இரண்டு பங்கு (HCl) கிடைக்கப் பெறுகிறது. எனவே, ஆக்சிஜன், நைட்ரஜன், ஹைட்ரஜன் போன்ற சில தனிமங்கள் இயற்கையிலேயே அணுக்களின் இணைப்பாக (combinations of atoms) இருக்க வேண்டும். அதாவது O, N மற்றும் H ஆக S Y ¹ °©Y O_2, N_2 மற்றும் H_2 ஆக இருக்க வேண்டும். இத்தகைய அணு இணைப்பினால் பெறப்படும் வேதியப் பொருட்களை அவர் மூலக்கூறுகள் (molecules) என்று அழைத்தார். இந்த ஆய்வின் மூலமாக, அணுக்கள், தனிமங் கள் மற்றும் மூலக்கூறுகள் ஆகிய மூன்றும் வெவ்வேறுபட்டவை என்பதை முதன்முதலாக அவோகாட்ரோ எடுத்துக்காட்டினார்.

*1830*ஆம் ஆண்டு வாக்கில் தனிமங்களின் எண்ணிக்கை *53* ஆகப் பெருகியது. இதனுடன் கூடவே அவற்றின் பெயர்களிலும் குறியீடு களிலும் குழப்பமும் அதிகரித்தது. குறியீடுகள் பெரும்பாலும் இரசவாதிகளின் பயன்பாட்டி லிருந்து கடன் வாங்கப்பட்டவையாக இருந்த தால் அவை விசித்திரமாகவும், மர்மமாகவும் இருந்தன. எடுத்துக்காட்டாக, தங்கத்தின் குறியீடு ஒரு வட்டமும் அதன் நடுவில் ஒரு புள்ளியுமாகும்; வெள்ளியின் குறியீடு பிறையாகும்; கந்தகத்தின் குறியீடு மேற்பக்கம் சுட்டும் ஒரு முக்கோணமாகும்; ஆன்டிமணியின் குறியீடு ஒரு மகுடம் ஆகும். டால்டன் இதில் ஒரு ஒழுங்கை கொண்டு வருவதற்காக, ஒரு வட்டத்தில் ஏற்படுத்தப்பட்ட பல்வேறு மாற்றங்களின் அடிப்படையில் தனிமங்களின் குறியீட்டை வடிவமைத்தார் (படம் IV-1). முடிவில் *1826*ஆம் ஆண்டு பெர்ஸீலியஸ் (Berzelius) ஒரு எளிமையான குறியீட்டு முறையை வழக்கத்திற்குக் கொண்டுவந்தார். ஒரு தனிமத்தின் பெயரில் உள்ள முதல் எழுத்தை அந்த தனிமத்தின் குறியீடாக அமைத்தார். வெவ்வேறு தனிமங்களின் பெயர்களில் முதல் எழுத்து ஒன்றாக இருந்தால், முதல் எழுத்தோடு அடுத்த எழுத்தையோ அல்லது அதன் வேறொரு சிறப்பான எழுத்தை யோ சேர்த்து குறியீடு உண்டாக்கினார். எடுத்துக் காட்டாக, கார்பனுக்கு C என்ற முதல் எழுத்துக் குறியீட்டைப் பயன்படுத்தி விட்டதால், கால்சியத்திற்கு (calcium) Ca என்றும் குளோரி னுக்கு (chlorine) Cl என்றும் குறியீடுகளை வழங்கினார். எனினும் தனிமங்களின் பெயர் களை எந்த மொழியில் பயன்படுத்துவது? பெர்ஸீலியஸ் இலத்தீன் மொழியைத் தேர்வு செய்தார். இதன் காரணமாக, தங்கத்திற்கு (Gold) G என்ற குறியீட்டை வைக்காமல் அதன் இலத்தீன் பெயரான Aurum என்பதிலிருந்து Au என்ற குறியீட்டை வைத்தார். இதேபோன்று வெள்ளிக்கு (Silver = Argentum in Latin) Ag யும் சோடியத்திற்கு (Natrium) Na யும் குறியீடு களாயின.

அணுக்கள் தனிமங்கள் மற்றும் மூலக்கூறு களை எளிதாக அறிவதிலும், வேதியக் குறியீடு

கள் அல்லது சூத்திரங்கள் கொடுப்பதிலும் மேலும் ஒரு சில சிக்கல்கள் நீடித்தன. 1860ஆம் ஆண்டு ஜெர்மன் நகரான கார்ல்ஸ்ருகே (Karlsruhe) என்ற நகரில் வேதியியல் நிபுணர் கெகுலே ஏற்பாடு செய்திருந்த அனைத்து நாட்டு வேதியியல் கூட்டத்தில், ஸ்டானிஸ்லா கன்னிஜாரோ (Stanislao Cannizzaro) இச் சிக்கல்களுக்கான தீர்வை சுட்டிக்காட்டினார். மூலக்கூறு எடையை நிர்ணயிக்க அவோ காட்ரோ கோட்பாட்டையும், எந்தப் பங்கில் தனிமங்கள் இணைய வேண்டும் என்று நிர்ணயிக்க கே-லுசாக்கின் விதியையும், அணு எடையை நிர்ணயிக்க பெர்ஸீலியஸையும் பயன்படுத்துமாறு அவர் வலியுறுத்தினார். இந்தக் கூட்டத்தில் கலந்து கொண்டவர்களில் டிமித்ரி மெண்டேலேயஃப் *(1834-1907)* என்ற ரஷ்ய நாட்டு வேதியியல் அறிஞரும் ஒருவர். பெற்றோரின் 19 குழந்தைகளில் ஒருவரான இவர், ஜெர்மன் வேதியியல் கூட்டத்தினால் மிகவும் உற்சாகம் அடைந்து தன் நாடு திரும்பிய வுடன் தனிமங்களை அறிவதில் தொடர்ந்து காணப்படும் சிக்கல்களை நீக்குவதற்கு உடனே முயற்சி செய்ய ஆரம்பித்தார். எல்லா தனிமங் களின் பெயர்களையும், குறியீடுகளையும், அணு எடைகளையும், குறிப்பிடத்தக்க பண்புகளை யும் தனித்தனி அட்டைகளில் குறித்துக்கொண் டார். பின்பு அவற்றைத் தொகுதிகளாக பிரித்து வைக்க முயன்றார். தனிமங்களை அவற்றின் அணு எண் அதிகரிப்பு அடிப்படையில் ஏறுமுக மாக அடுக்கும்போது அவருக்கே வியப்பூட்டும் வகையில் ஒரே மாதிரியான பண்புகள் ஒரு குறிப்பிட்ட அணுஎண் இடைவெளிகளில் அமையப் பெற்ற தனிமங்களிடையே காணப் பட்டன. எடுத்துக்காட்டாக, ஹைட்ரஜன் (அணு எண் 1, அவருடைய பட்டியலில் வரிசை எண் 1), புளோரின் (வரிசை எண் 9), குளோரின் (வரிசை எண் 17) போன்றவை எட்டு இட இடைவெளி யில் அமையப்பெற்ற, ஆனால் பண்புகளில் ஒத்துப்போன தனிமங்களாகும். பண்பில் ஒத்த தனிமங்களை எல்லாம் (=தனிம குடும்பங்கள்) ஒரே செங்குத்துப் பத்திகளிலும் (vertical columns), அணு எடை அதிகரிப்பு அடிப்படையில் தனிமங்களை மேல் இடக்கை (upper left) பக்கத்திலிருந்து கீழ் வலக்கை (lower right) பக்கமாகவும் அவர் அடுக்கினார். அவர் காலத் தில் தெரிந்திருந்த தனிமங்கள் அவருடைய அட்டவணையின் திட்டத்தில் சரியாக சேராத போது, அந்தந்தக் கட்டங்களில் இருக்கவேண் டிய தனிமங்கள் பின்னால் கண்டுபிடிக்கப் படலாம் என்று எண்ணி அந்தக் கட்டங்களை அவருடைய தனிம அட்டவணையில் (Periodic table) *(படம் IV.2)* அவர் காலியாக விட்டது அவருடைய மிகப் பெரிய அறிவியல் சிந்தனைக்கு சான்றாகும். இந்தக் காலியாக விடப்பட்ட கட்டங்களில் வரக்கூடிய தனிமங் களின் பண்புகளை அவர் முன்கூட்டியே கூறியதும் அவருடைய அறிவியல் அறிவுக்கு மிகப் பெரிய சான்றாகும். அவருடைய தனிம அட்டவணை 1869ஆம் ஆண்டு ரஷ்ய மொழி யில் பிரசுரிக்கப்பட்டு உடனேயே ஜெர்மன் மொழியில் மொழி பெயர்க்கப்பட்டது. முதலில் இந்த அட்டவணையை ஏற்க வேதியியல் அறிஞர்கள் மறுத்தாலும், பின்னால் நிறநிரல் சோதனைகளின்படி புதிதாகக் கண்டு பிடிக்கப்பட்ட பல புதிய தனிமங்கள் அவர் அட்டவணையில் காலியாகவிட்ட இடங்களில் சரியாக பொருந்தியபோது, இவரின் அட்டவணையை அனைவரும் ஏற்றனர். புதிதாக கண்டுபிடிக்கப்பட்ட தனிமங்கள் : *1860ல் சீசியம், 1861ல் ரூபியம், 1875ல் தேல்லியம் (அட்டவணையில் அலுமினியத்திற்கு அருகில் இருந்த காலியிடத்தை நிரப்பியது), 1879ல் ஸ்கேண்டியம் (போரான் அருகில் இருந்த காலி யிடத்தை நிரப்பியது), 1886ல் ஜெர்மானியம் (சிலிகான் அருகில் இருந்த காலியிடத்தை நிரப்பியது).* தற்பொழுது உள்ள தனிமங்களின் எண்ணிக்கை 112; மேலும் புதிய தனிமங்கள் கண்டுபிடித்த வண்ணம் உள்ளன. இவற்றில் ஆர்கான், ஹீலியம், நியான், கிரிப்டான், ஜீனான் போன்ற அதிசய வாயுக்களும் அடங்கும். எனினும், தனிமங்களில் ஏன் இந்த ஒழுங்கும் குறிப்பிட்ட இடைவெளியும் அமைந்துள்ளன என்ற வினாவுக்கு இன்றும், சரியான விடை கிடைக்கவில்லை. மெண்டேலேயஃப் அவர்



படம் IV.2. தனிம அட்டவணை இன்றைய நிலைமைப்படி; கருமை மற்றும் வெண்மைக் கட்டத் தனிமங்கள், மென்டேலேயஃப்புக்கு பின்பு அறியப்பட்டவை

களைச் சிறப்பு செய்யும் வகையில் ஒரு புதிய தனிமத்திற்கு மெண்டேல்வியம் (mendelvium) என்ற பெயர் சூட்டப்பட்டுள்ளது குறிப்பிடத் தக்கது.

3) ஒளி

ஒளி, வெப்பம், மின்சாரம் மற்றும் காந்தம் போன்றவற்றில் மேற்கொள்ளப்பட்ட சோதனைகளும், முடிவுகளும் பருப்பொருளை யும் ஆற்றலையும் பற்றி அறிந்துகொள்ள மிகவும் பயனுள்ளதாக அமைந்தன. இராபெர்ட் ஹீக், ஹீகன்ஸ் போன்றவர்கள் ஒளியின் அலைக் கொள்கையை (Wave theory of light) உருவாக்கி னார்கள். ஒளி பரவுவது நீரில் அலைகள் பரவுவது போன்றது என்று அவர்கள் வலி யுறுத்தினர். ஆனால் ஐசக் நியூட்டன் அலைக் கொள்கையில் உள்ள சிக்கல்களை எடுத்துரைத்த தோடு, டிமோகிரிடஸின் கருத்துருவான துகள் கொள்கையை (Particle theory of light) ஆதரித்தார். மற்ற பருப்பொருள்களைப் போலவே, ஒளி அதன் மூலத்திலிருந்து துகள்களின் மழையாகப் பொழிகிறது என்று நியூட்டன் 1704ல் எழுதிய தன்னுடைய **Opticks** (= ஒளி) என்ற நூலில் எடுத்துரைத்தார். ஒலியைப் போல மூலை களைக் கடந்து ஒளி செல்ல முடியாது என்பதும் மிக துல்லியமான நிழல்களை அது ஏற்படுத்தும் என்பதும் அலைக் கொள்கைக்கு எதிரான

நிகழ்வுகள் என்றும் அவர் எடுத்துரைத்தார். தாமஸ் யங் *(1773-1823)* பிரிட்டனில் உள்ள இராயல் நிறுவனத்தில் (Royal Institute) பணி புரியும் போது ஒளியின் அலைக் கொள்கையை வலியுறுத்தி ஆதாரங்களைக் கொடுத்தது மட்டுமின்றி, அது குறுக்கலைகளாகப் (transverse waves) பரவுகிறது (ஒலி நெடுக்கலைகளாகப் பரவுகிறது) என்று நிரூபித்தார். ஆனால் நியூட்டனின் கருத்தில் நம்பிக்கை கொண்டிருந்த வர்கள் இவரைக் கண்டு எள்ளி நகையாடினர். இருப்பினும் பின்னால் வந்த அகஸ்டின் பிரெனெல் (Augustin Fresnel) அலைக் கொள்கைக்கு கணிதவியல் அடிப்படையில் சான்றுகள் வழங்கினார். ஒலி அலையாகப் பரவ வேண்டும் என்றால் ஒரு ஊடகம் தேவை என்றும், அது வெளி வானில் (beyond atmosphere) இல்லை என்று துகள் கொள்கையாளரும், ஈதர் (ether or aether) என்ற ஊடகம் அங்கு உள்ளது (என்ற மாக்ஸ்வெல்லின் கருத்து) என்று அலைக் கொள்கையாளரும் வாதிட்டனர். இந்த அலை-துகள் கருத்து வேறுபாடு வெகுகாலம் நீடித்தது. மைக்கேல்சன் மற்றும் மோர்லியின் ஆய்வுகள் ஈதர் என்ற ஊடகம் இருப்பதைத் தவறு என்று ஆணித்தரமாக எடுத்துக் காட்டியது அலைக் கொள்கையினருக்கு பெரும் தாக்கத்தை ஏற்படுத்தினாலும், லூயி டி பிராலி *(1923)* கடைசியில் ஒளி அலையாகவும் துகள்களாகவும் இரட்டை நிலையில் செயல்படும் (wave-particle duality) என்று எடுத்துக் காட்டியது இந்த கருத்து வேறுபாட்டிற்கு ஒரு முற்றுப்புள்ளியை வைத்தது. இந்த இரட்டை நிலைக்கான கணித வியல் சான்றுகளை 1926ஆம் ஆண்டு எர்வின் ஷ்ரோடிங்கரும் (Erwin Schrudinger), மார்க்ஸ் போர்னும் (Max Born) கொடுத்தனர்.

3) வெப்பம்

17ஆம் நூற்றாண்டின் இறுதி வரை இயல்பியலின் ஒரு விளங்காத பண்பாக வெப்பம் (heat) திகழ்ந்தது. 18ஆம் நூற்றாண்டில் அறிவியல் அறிஞர்கள் இதனை ஒரு பார்க்க முடியாத மற்றும் ஆய்வு செய்ய முடியாத ''திரவம்'' என்று நினைத்து இதற்கு ''கலோரிக்'' (caloric) என்று பெயர் சூட்டினர். ஒரு பொருள் குளிர்ச்சியடையும் போது அது அதிக கலோரிக்கைப் பெறுகிறது. அது வெப்பமடை யும் போது கலோரிக்கை இழக்கிறது என அவர்கள் நம்பினர். ஒரு குளிரான பொருளுக்கு அருகில் ஒரு சூடான பொருளை வைத்தால், சூடான பொருளிலிருந்து குளிரான பொருளுக்கு வெப்பம் திரவம் போல் செல்கிறது என்று அவர்கள் விளக்கினர்.

ஜோசப் பிளாக் என்ற எடின்பரோ பல்கலைக்கழகப் பேராசிரியர் சாராயத் தொழிற்சாலையில் ஆற்றலாகப் பயன்படும் வெப்பத்தின் அளவை எவ்வாறு கணிசமாகக் குறைப்பது என்ற ஆய்வில் ஈடுபட்டிருந்தார். அப்பொழுது அவர் உள்ளுறை வெப்பம் (latent heat)[1] மற்றும் தன் வெப்ப எண் (specific heat)[2] ஆகிய கருத்துருக்களை வெளியிட்டது மட்டு மல்லாமல், வெப்பத்திற்கும் (heat) வெப்ப நிலைக்கும் (temperature) இடையே உள்ள வேறுபாடுகளை எடுத்துரைத்தார். இவரோடு பணிபுரிந்த ஜேம்ஸ் வாட் (James Watt) என்ற பொறியாளர் ஜோசப் பிளாக்கின் ஆய்வுகளின் அடிப்படையில் வெப்பத்தை எவ்வாறு, இயக்க ஆற்றலாக மாற்றலாம் என்று கண்டுபிடித்தார். வடிகலம் (condenser) என்ற கருவியை உருவாக்கி நீராவி கொண்டு ஒரு எந்திரத்தை இயக்கும் விதத்தையும் அவர் கண்டுபிடித்தார். நீராவி

---

1. உள்ளுறை வெப்பம் : நீர் திரவ நிலையில் இருப்பதற்குக் காரணம் அதில் ஓரளவுக்கு வெப்பம் உள்ளதுதான். அதிலிருந்து வெப்பத்தை நீக்கினால் அது திடநிலையை (பனிக்கட்டி நிலை) அடைகிறது. நீரில் உள்ள, ஆனால் வெப்பமானியில் காட்டமுடியாத, வெப்பத்தை உள்ளுறை வெப்பம் என்பர்.

2. தன்வெப்ப எண் : ஒரே அளவு பொருண்மை உடைய வெவ்வேறு பொருட்களை ஒரே வெப்பநிலைக்கு கொண்டுவர வெவ்வேறு அளவு (= தனி அளவு) வெப்பம் தேவைப்படும்.

எந்திரத்தை உருவாக்கி போக்குவரத்தில் ஒரு புரட்சியை ஏற்படுத்தியவர் ஜேம்ஸ்வாட்; அதற்கு உறுதுணையான அறிவியல் அடிப்படையை உருவாக்கியவர் ஜோசப் பிளாக். இவர்களின் ஆய்வுகளின் அடிப்படையில் பிறந்தது தான் வெப்ப இயக்கவியல் (Thermodynamics). வெப்ப ஆற்றலை எவ்வாறு மற்ற வகை ஆற்றல்களாக மாற்றலாம்; அதேபோன்று மற்றவகை ஆற்றல்களை எவ்வாறு வெப்ப ஆற்றலாக மாற்றலாம் என்பன போன்ற ஆய்வுகள் மேற்கொள்ள இந்த இருவரின் ஆய்வுகளும் முன்னோடியாகத் திகழ்ந்தன.

ஜேம்ஸ் பிரஸ்காட் ஜூல் (James Prescott Joule (1818 - 1889) வெப்பவியல் ஆய்வில் வெறித்தனமான பற்று கொண்டிருந்தார். எந்தப் பொருளைப் பார்த்தாலும் அதனுடைய வெப்பத்தை அவர் அளவிடுவார். அவருடைய தேனிலவில் கூட ஒரு நீர்வீழ்ச்சியின் உச்சியிலும் அடியிலும் நீரின் வெப்பத்தை அளந்தவர். 1847ஆம் ஆண்டு அவர் செய்த முக்கியமான சோதனையில், ஜூல் ஒரு பெரிய தொட்டியின் நீரில் ஒரு துடுப்பு சக்கரத்தை நுழைத்து நீரின் ஆரம்ப வெப்பநிலையையும், துடுப்பு போட்டு சிறிது நேரத்திற்குப் பிறகு அதன் வெப்பநிலையையும் அளந்தார். நீரின் வெப்பநிலை கணிசமாக உயர்ந்தது. துடுப்புச் சக்கரத்தை சுழற்ற தேவைப்பட்ட வேலையையும் நீரில் ஏற்பட்ட வெப்பநிலை உயர்வையும் அவர் அளந்து, எந்த அளவு இயக்க ஆற்றல் எந்த அளவு வெப்பத்தை உண்டாக்கியது என்று கண்டுபிடித்தார். இதன் மூலம் வெப்பத்தின் இயக்க ஆற்றல் சமன்பாட்டை (mechanical equivalent of heat) அவர் நிறுவினார். அவரைப் பெருமைப்படுத்தும் வகையில், வேலை அல்லது ஆற்றலின் அலகு [10 மில்லியன் எர்குகள் (ergs) அல்லது கலோரியில் ஏறத்தாழ கால்பங்கு] ஒரு ஜூல் (Joule) எனப்படுகிறது.

பருப்பொருள் அழிவற்றது என்று இலவாய்சியர் எடுத்துரைத்தார். அதன் மறுதலையாக (corollary), ஹெர்மான் ஃபான் ஹெல்ம்ஹோல்ட்ஸ் (Hermann von Helmholtz) (1821-1894), *1874*ல் இதனைச் சேர்த்தார்: ''இயற்கையில் ஒட்டுமொத்தமாக உள்ள ஆற்றலுடன் இனிமேல் ஆற்றலைச் சேர்க்கவோ கழிக்கவோ முடியாது''. அதாவது, பருப்பொருளின் அளவைப் போன்றே ஆற்றலின் அளவும் மாறாதது. இரண்டையும் புதிதாக ஆக்கவோ அல்லது அழிக்கவோ முடியாது. இதை வெப்ப இயக்கவியலின் முதல் விதி (first law of thermodynamics) என்பர். இதனைப் பின்வரும் சமன்பாட்டால் மேலும் விளக்கலாம்: கொடுக்கப்பட்ட வெப்ப ஆற்றல் = பயனுள்ள ஆற்றல் + கழிவு ஆற்றல். ஒரு நிகழ்ச்சியின் மூலம் பெறப்படும் ஆற்றல் அந்நிகழ்ச்சியில் பயன்படுத்தப்பட்ட ஆற்றலைவிட அதிகமாக இருக்க முடியாது. வெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டாவது விதி (second law of thermodynamics) கார்னோ (Carnot) (1796-1832), இருடால்ஃப் கிளாசியஸ் (Rudolf Clausius) (1882-1832), கெல்வின் பிரபு (Lord Kelvin) என்ற வில்லியம் தாம்சன் (William Thomson) (1824-1907) ஆகியோரின் ஆய்வுகளால் உருவானது. இந்த விதி பின்வருமாறு: ''வெளியிலிருந்து ஆற்றல் கொடுக்கப்படாத ஒரு மூடிய தொகுதியில் மாற்றீட்டு வெப்பம் (entropy) அதிகரிக்கிறது. மாற்றீட்டு வெப்பம் என்பது ஒரு தொகுதியில் ஏற்படும் ஒழுங்கின்மையைக் குறிக்கும். ஒரு தொகுதியில் எந்த அளவுக்கு ஒழுங்கின்மை அதிகரிக்கிறதோ அந்த அளவு மாற்றீட்டு வெப்பமும் அதிகரிக்கும்''. மாற்றீட்டு வெப்பம் அதிகரிக்க முயல்வதால், வெப்ப ஆற்றல் ஒரு குளிர்ந்த பொருளிலிருந்து சூடான பொருளுக்குச் செல்வதில்லை. எடுத்துக்காட்டாக, சமைத்த சாதம் மெதுவாக குளிர்ச்சியடைகிறது. ஆனால் குளிர்ந்த சாதத்திற்கு வெளியிலிருந்து வெப்பம் கொடுக்கும் வரையில் அது தானாகவே வெப்பமடைவதில்லை.

வெப்பத்தின் கலோரிக் கொள்கை (caloric theory) 1860 ஆம் ஆண்டு முடிவுக்கு வந்தது. அந்த ஆண்டில் ஜேம்ஸ் கிளார்க் மாக்ஸ்வெல் *(1831-1879)* மற்றும் இலுட்விக் போல்ட்ஸ்மான் (Ludwig Boltzmann) (1844-1906) ஆகிய இருவரும்

தனித்தனியாக கணித சமன்பாடுகளின் உதவியுடன் வெவ்வேறு வெப்ப நிலைகளில் வாயுக்களின் செயல்பாடு எவ்வாறு மாறுபடுகிறது என்பதை நிர்ணயித்தனர். இதைத் தொடர்ந்து இரம்ஸ்ஃபோர்டு (Rumsford) வெப்பத்தின் இயக்கக் கொள்கையை (Kinetic theory of heat) உருவாக்கினார். வெப்பம் இயக்கத்தின் ஒரு வடிவமே என்பதை அவர் நிரூபித்தார். இதைத் தொடர்ந்து மாக்ஸ்வெல் 1871ஆம் ஆண்டு செய்த ஆய்வுகள் வெப்பமும் ஒருவகை ஆற்றலே என்பதை உறுதிபட நிரூபித்தது. ஒரு வாயுவின் வெப்பநிலை அதன் மூலக்கூறுகள் அனைத்தும் ஒரே வேகத்துடன் ஒரே அளவு இயக்கத்தைப் பெற்றிருக்கின்றன என்பதைக் குறிக்கவில்லை என்றும், அவை அனைத்துத் திசையிலும் மேற்கொள்ளும் இயக்கங்களின் சராசரி வேகத்தைத் தான் குறிக்கின்றன என்றும் மாக்ஸ்வெல் நிரூபித்தார். ஒரு வாயுவை வெப்பத்திற்கு உட்படுத்தும்போது அதன் மூலக்கூறுகள் வேகமாகவும் ஒன்றை ஒன்று அடிக்கடி மோதிக்கொள்ளும் வகையிலும் இயக்கமடைகின்றன என்றும், இந்த மோதிக் கொள்ளுதல் நிகழ்ச்சி அவ்வாயுவின் அழுத்தத்தை அதிகரிக்கிறது என்றும் தன்னுடைய வாயுக்களின் இயக்கக் கொள்கை (Kinetic theory of gases) மூலம் அவர் 1859-1860ல் நிரூபித்தார்.

4) மின்சாரம்

மின்சாரத்தைப் (electricity) பற்றிய அறிவு மக்களிடையே பல காலம் நிலவி வந்துள்ளது. ஆம்பர் (amber) எனப்படும் தொல்லுயிர் பிசின் (fossil resin) தேய்க்கப்பட்டால் அது மெல்லிய இறகுகளையோ, துணிப் பகுதியையோ தன்வசம் இழுக்கவல்லது என்பது பண்டைய கிரேக்கர்களுக்கும், சீனர்களுக்கும் தெரிந்திருந்தது. கிரேக்க மொழியில் எலக்ட்ரான் (elecktron) என்று இந்த பிசின்கள் அழைக்கப்பட்டதால், இவற்றின் பண்பு அந்தச் சொல்லின் அடிப்படையில் மின்சாரம் (electricity) என அழைக்கப்பட்டது. Electrica என்ற இந்த சொல்லை முதன்முதலில் பயன்படுத்தியவர் வில்லியம் கில்பெர்ட் ஆவார். மின்சாரம் என்பது ஆம்பர் அல்லது கம்பளிக்கே மட்டும் உரித்தான இயற்கையான பண்பு அல்ல என்றும், அவை தேய்க்கப்படும் போது தோன்றும் அல்லது பரிமாற்றம் அடையும் ஒரு வகையான திரவம் (fluid) என்றும் கில்பெர்ட் எடுத்துரைத்தார். மின்சாரம் பற்றிய கூடுதல் ஆய்வுகளை 17ஆம் நூற்றாண்டில் மாக்டிபர்கைச் சேர்ந்த ஓட்டோ ஃபான் கூயெரிக்கே (Otto von Guericke) தொடர்ந்தார். அவர் மின்சாரத்தை உண்டாக்குவதோடு நின்றுவிடாமல் அதனை வேறு பொருட்களுக்கு மாற்றுவதிலும் வெற்றி அடைந்தார். இதைத் தொடர்ந்து 1729ஆம் ஆண்டு ஸ்டீவன் கிரே (Stephen Gray) மின்கடத்தல் நிகழ்ச்சியைக் கண்டு பிடித்தார். இலெய்டன் ஜாடி (Leiden jar or Leyden jar) நிலை மின்சாரத்தை (static electricity) சேமித்து வைக்கும் அமைப்பாக தனித்தனியாக பீட்டர் ஃபான் முஷன்பிரோயக் (Pieter van Musschen-broek) (1692 - 1761) மற்றும் ஈவால்டு ஃபான் கிளைஸ்டு (Ewald Von Cleist) (1700-1748) ஆகியோரால் உருவாக்கப்பட்டது. இந்த ஜாடி கண்ணாடியால் ஆனது. இதன் உள்பக்கமும் வெளிப்பக்கமும் உலோகப் பூச்சு பூசப்பட்டது. தேய்த்தல் மூலம் உண்டாக்கப்பட்ட நிலை மின்சாரத்தை அதிக அளவு இதன் மூலம் சேமிக்க முடியும். இலெய்டன் ஜாடி கண்டு பிடிக்கப்பட்ட பின்பு மின்சாரத்தின் தன்மைகளும் பண்புகளும் அதிக அளவில் ஆய்வு செய்யப்பட்டன.

பெஞ்சமின் பிராங்க்லின் (1706-1790) என்ற அமெரிக்க அறிஞர் பல ஆபத்தான மின்சோதனைகள் மூலம் ஒரு முக்கிய அறிவியல் விதியை உருவாக்கினார். எடுத்துக் காட்டாக, அவரும் அவருடைய நண்பர்களும் ஷுயில்கில் (Schuylkill) ஆற்றின் கரையில் ஏற்பாடு செய்திருந்த விருந்துக் கூட்டத்தில் மேற்கொள்ளப்பட்ட மின் வேடிக்கைகளைக் குறிப்பிடலாம். இலெய்டன் ஜாடிகள் மூலம் உருவாக்கப்பட்ட மின்சாரம் ஆற்றின் நீரில் செலுத்தப்பட்டு மின் வேடிக்கைகள் காட்டப்பட்டன. இந்த வேடிக்கைகளின் போது அவர்

பெற்ற மின் அதிர்ச்சி அவரின் உயிரை ஏறத்தாழ பறித்துவிட்டது. எனினும், இதற்கு அஞ்சாமல் மேலும் பல ஆபத்தான மின்சார சோதனைகளைச் செய்தார். ஒருமுறை பட்டத்தில் பொருத்தப்பட்ட கம்பி மூலம் மின்னலில் இருந்து மின்சாரத்தைத் தரையிலுள்ள ஒரு பொருளுக்குப் பரிமாற்றம் செய்தார் (இதே சோதனையில் ஈடுபட்ட இருவர் மின்னலின் மின்சாரம் தாக்கி உயிரிழந்தது இங்கு குறிப்பிடத் தக்கது). இச்சோதனை மூலம் மின்னலும் மின்சாரத் தன்மை வாய்ந்தது என்பதை அவர் நிருபிக்க முடிந்தது; மேலும் மின்தாங்கி, இடி தாங்கி போன்ற அமைப்புகள் உருவாக்கப்பட்டு வானுயர்ந்த கட்டிடங்கள் மேல் பொருத்தப்பட இச்சோதனை வழிகோலியது. உராய்வின் மூலம் உண்டாக்கப்படும் மின்சாரம் ஒருவகையான ''மின் திரவத்தின்'' பரிமாற்றத்தால் தான் வெளிப்படுகிறது என்றும், இந்தப் பரிமாற்றத் தின் போது உராய்வுப் பொருட்களின் பரப்புகள் ''நேர்மின்'' (positive) அல்லது ''எதிர்மின்'' (negative) தன்மைகளை அடைகின்றன என்றும், நேர்மின் பரப்புகள் ''மின் திரவத்தின் அதிகரிப் பாலும் எதிர்மின் பரப்புகள் ''மின் திரவத்தின் குறைவாலும் உண்டாக்கப்படுகின்றன என்றும் ஃபிராங்க்லின் எடுத்துக் காட்டினார். மின்சாரத் தின் ''திரவ கொள்கையை'' கில்பெர்ட் உருவாக்கினாலும், *18*ஆம் நூற்றாண்டுவரை பிரபலப்படுத்தியவர் பெஞ்சமின் பிராங்க்லின் தான். இக்கொள்கை *18*ஆம் நூற்றாண்டுக்குப் பின்பு நிலைத்து நிற்காவிட்டாலும், பிராங் க்லின் உருவாக்கிய ''நேர்மின்'' மற்றும் ''எதிர்மின்'' கருத்துருக்கள் இன்றும் வழக்கத்தி லுள்ளது குறிப்பிடத்தக்கது. பிராங்க்லினின் மின்னேற்ற அழிவின்மை விதியின்படி (Law of Conservation of charge) ஒவ்வொரு எதிர் மின்னேற்றத்திற்கும் சமமான அளவு நேர் மின்னேற்றமும் உண்டாக்கப்படுகிறது என்பதும், பிரபஞ்சத்தில் உள்ள அனைத்து நேர் மற்றும் எதிர் மின்னேற்றங்களும் சமனுடையவை என்பதும் நிரூபணமாகிறது.

சார்லஸ் அகஸ்டின் டி கூலோம்ப் (Charles Augustin de Coulomb) (1736-1806) *1789*ஆம் ஆண்டு மின்சாரம் பற்றிய இன்னொரு முக்கிய விதியை நிறுவினார். இது கூலோம்பின் விதி (Coulomb's law) எனப்படும். இவ்விதியின்படி இரண்டு மின்னேற்றங்களுக்கிடையே உள்ள விசை (force) அவற்றின் மொத்த மின்னேற்றத்துடன் நேரிடைத் தொடர்பையும், இரண்டு மின்னேற்றங்களுக்கு இடையே உள்ள தூரத்தின் வர்க்கத்துடன் எதிரிடைத் தொடர்பையும் பெற்றுள்ளது. அதாவது, இரண்டு பொருட் களின் மின்னேற்ற அளவிற்கு இடையே அதிக வேறுபாடு காணப்பட்டால், அவற்றிற் கிடையே அதிக ஈர்ப்பும், அவற்றிற்கிடையே உள்ள தூரம் அதிகமாக இருந்தால், குறைந்த ஈர்ப்பும் காணப்படுகின்றன. இந்த இரண்டு சமன்பாட்டுத் தொடர்புகளும் மின்சாரம், காந்தம் மற்றும் புவிஈர்ப்பு ஆகிய மூன்று விசைகளுக்கும் ஒரேமாதிரியாக இருப்பதால் மூன்று விசைகளும் ஒரே மாதிரி செயல்படு கின்றன என்றும் கூலோம்ப் எடுத்துக் காட்டி னார்.

இத்தாலி நாட்டின் போலோனா பல்கலைக்கழகத்தின் உயிரியல் பேராசிரியராக இருந்த இலூயி கால்வானி (Louis Galvani) *1791*ல் செய்த ஒரு பரிசோதனை மின்சாரவியலில் ஒரு மிக முக்கியமான மாற்றத்தை ஏற்படுத்தியது. கால்வானி தவளையின் தொடைத் தசைகளில் உலோகத் தட்டுகளின் மூலம் மின்னலிலிருந்து மின்சாரத்தைச் செலுத்தியபோது தசைகள் இழுத்துக்கொண்டன. மின்னல் இல்லாதபோது கூட, இரண்டு வெவ்வேறு உலோகத் தட்டு களுடன் ஒரே சமயத்தில் தசை தொடர்பு கொண்டிருந்தாலும் தவளையின் தொடைத் தசைகள் ஓரளவுக்கு இழுத்துக் கொண்டன. இந்த முடிவுகளை கால்வானியால் சரியாக விளக்க முடியவில்லை. இதனை அவர் ''பிராணி மின்சாரம்'' (animal electricity) என்று அழைத்தார். எனினும் இச் சோதனைகளில் இன்னொரு இத்தாலி நாட்டவரான அலெசாண்ட்ரோ வோல்டா (Allessandro Volta) என்பவர் மிகுந்த ஆர்வம் காட்டி கால்வானியின் சோதனைகளைத் தொடர்ந்தார். ஒரு மிக

மெல்லியத் தகடு ஒன்றை தன்னுடைய நாக்கின் மேலும், ஒரு வெள்ளி நாயணத்தை நாக்கின் அடியிலும் வைத்துக்கொண்டு இரண்டையும் ஒரு தாமிரக் கம்பியால் இணைத்தார். உடனே மின்னேற்றம் உண்டாக்கப்பட்டு அவருடைய நாக்கில் ஒரு புளிப்பான விசித்திரச் சுவை ஏற்பட்டது. இந்தச் சுவை இரண்டு உலோகங் களும் தொடர்பு கொண்டுள்ளவரை நீடித்தது. இந்த சோதனையின் அடிப்படையில், இரண்டு உலோகங்களுக்கிடையே மின்சாரம் பாய்கிறது என்ற முடிவுக்கு வோல்டா வந்தார். மேலும் உலோகங்கள் மின்சாரக் கடத்திகளாக மட்டு மல்லாமல் மின்சாரத்தை உண்டாக்கும் பொருட் களாகவும் செயல்படுகின்றன என்ற முடிவுக்கும் வோல்டா வந்தார். தன்னுடைய சோதனையில் கால்வானி தவறான முடிவுக்கு வந்தாலும், அவருடைய சோதனைகள் அவருக்கு பெரும் புகழை ஈட்டித் தந்தன. அவருடைய பெயரால் கால்வானோ மீட்டர் (Galvanometer) *(மின் ஓட்டத்தை அளக்கும் கருவி)*, மின்முலாம் பூசப்பட்ட இரும்பு (galvanized iron) போன்ற சொற்றொடர்கள் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. 1797ஆம் ஆண்டு, வோல்டா, இலெய்டன் ஜாடி யில் உள்ள நிலை மின்சாரத்திற்குப் பதிலாக, ''ஓட்ட மின்சாரத்தை (= தொடர் மின்சாரம்)'' (Current electricity) உருவாக்கத் தொடங்கினார். 1800ஆம் ஆண்டு வோல்டா மின்கலம் (volta cell) என்று அவர் பெயரால் அழைக்கப்பட்ட முதல் மின்கலத்தை (battery) வோல்டா விவரித்தார். இதன் மூலம் எவ்வாறு தொடர் மின்சாரத்தைப் பெற முடியும் என்றும் அவர் விளக்கினார். இலெய்டன் ஜாடி ஒரே தருணத்தில் அதிர்வுடன் அனைத்து மின்சாரத்தையும் வெளியிடும் தன்மையுடையது; ஆனால் வோல்டா கலம் தொடர்ச்சியான ஒரே சீரான மின்சாரத்தை அளிக்க வல்லது.

வோல்டாவின் ஆய்வுகளும் படைப்பு களும், மின்சாரத்தின் தன்மை பற்றிய புதிய ஆய்வுகளை மேற்கொள்ள தூண்டுகோலாக இருந்தது மட்டுமல்லாது, பொருட்களின் வேதிய தன்மை பற்றிய புதிய உண்மைகளை எடுத்துக்காட்டவும் உதவின. சோடியம், மக்னீசியம், கால்சியம், ஸ்டிரான்ஷியம், பேரியம், குளோரின், பொட்டாசியம் போன்ற தனிமங்களையும், சுரங்கங்களில் பயன்படுத்தப் படும் பாதுகாப்பு விளக்கையும் (safety lamp) கண்டுபிடித்த ஹம்ஃப்ரி டேவி *(1778-1829)*, வோல்டா மின்கலத்தைப் பயன்படுத்தி புதிய சோதனைகளை மேற்கொண்டார். வோல்டா மின்கலம் எவ்வாறு வேதியியல் அடிப்படை யில் செயல்படுகிறது என்று 1800ஆம் ஆண்டு அவர் விளக்கினார். மின்னாற் பகுப்பு (electrolysis) செயல் மூலம் தான் வேதியப் பொருட்கள் வேதிய நிகழ்வுகள் பலவற்றை மேற்கொள்கின்றன என்று அவர் எடுத்துக் காட்டினார். 1806ஆம் வருடம், மின்னாற் பகுப்பில் ஐந்து வாரங்களுக்குள் 108 சோதனை களைச் செய்து, வேதிய இடைக்கிரியைகள் (reactions) அனைத்துமே மின்சாரம் சார்ந்தவை தான் என்று அவர் நிரூபித்தார். ஒன்றுக்கொன்று இடையே ஏற்படும் வேதிய ஈர்ப்பினால் பொருட்கள் வேதிய முறையில் இணைகின்றன என்றும் வேதியப் பொருட்கள் ஆற்றலை வெளிப்படுத்திப் பிரிவது அவற்றின் பகுதிகளுக் கிடையே உள்ள இணைப்புகள் (bonds) மின் விசைகளின் காரணமாக உடைவதுதான் என்றும் அவர் மேலும் எடுத்துக் காட்டினார். 1812ஆம் ஆண்டு டேவி தன்னுடைய கண்டுபிடிப்புகளை தன் நூல்களான **Elements of Chemical Philosophy** மற்றும் **Elements of Agricultural Chemistry** ஆகியவை மூலம் வெளியிட்டார். இதற்காக பிரிட்டன் அரசால் ''சர்'' (Sir) பட்டம் பெற்று கௌரவிக்கப்பட்டார்.

5) காந்தவியல்

மனிதன் எப்பொழுது முதன் முதலில் காந்தக் கற்களைக் கண்டுபிடித்தான் என்பது தெளிவாகத் தெரியவில்லை. எனினும் ஆசிய நாட்டின் நகரமான மக்னீசியா என்ற இடத்திற்கு அருகில் தான் ஒரு ஆட்டிடையன் அதனை கண்டுபிடித்தான் என்று பெரிதும் நம்பப்படு கிறது. இதன் காரணமாகவே இந்த கற்களைக்

குறிக்க மக்னீசியாகற்கள் அல்லது காந்தங்களின் ஆங்கிலச் சொல்லான Magnet உருவானது. இதேபோன்ற கற்கள் பற்றி பண்டைய கிரேக்கர்களுக்கும், இந்தியர்களுக்கும் தெரிந்திருந்தது. எனினும், சீனர்கள்தான் காந்த ஊசிகளைக் கண்டுபிடித்தவர்கள். இவற்றைத் தன்னிச்சையாகச் சுழலவிட்டால் இந்த ஊசிகளின் முனைகள் புவியின் வடக்கு - தெற்கு திசைகளைச் சுட்டும் என்றும் சீனர்கள் கண்டுபிடித்தனர். இந்த கண்டுபிடிப்பு 12ஆம் நூற்றாண்டில் காந்த திசைக்காட்டிக் கருவியை உருவாக்க மிகவும் உதவி புரிந்தது.

13ஆம் நூற்றாண்டில் பீட்டர் பெரிகுருயின்ஸ் (Peter Peregruins) மற்றும் 16ஆம் நூற்றாண்டில் வில்லியம் கில்பர்ட் (1544-1603) ஆகியோர் ஓரளவுக்குக் காந்தவியல் பற்றிய ஆய்வுகளை மேற்கொண்டிருந்தாலும் 17ஆம் நூற்றாண்டு வரை கூட காந்தவிசை மிகவும் புரிந்துகொள்ள முடியாத ஒன்றாக விளங்கியது. கில்பர்ட் **De Magnete** (= காந்தங்கள்) என்ற நூலை 1600ஆம் ஆண்டு வெளியிட்டார். ஆம்பர் தவிர, கந்தகம், கண்ணாடி, இரும்பு போன்ற பொருட் களையும் காந்தமாக்கலாம் என்று கில்பெர்ட் நிரூபித்தார். மேலும் மின் விசை (electric force) மின் ஈர்ப்பு (electric attraction), காந்தத் துருவம் (magnetic pole) போன்ற சொற்றொடர்களையும் இவர்தான் முதன் முதலில் பயன்படுத்தினார். 1600ஆம் வருடத்திலேயே காந்தவிசையும், மின்சாரமும் தொடர்புடையவை என்ற கருத்தையும் கில்பெர்ட் வெளியிட்டார்.

6) ஒளி, மின்சாரம் மற்றும் காந்தம் ஆகியவற்றினிடையே உள்ள தொடர்பும், மின்காந்தவியலும்

அ) மின்காந்தவியல்

கில்பர்ட்டின் சிந்தனைகளினால் உந்தப்பட்ட ஹான்ஸ் கிரிஸ்டியான் ஓயர்ஸ்டெட் (Hans Christian Oersted) என்ற டென்மார்க் நாட்டு அறிவியல் அறிஞர் 1819ஆம் ஆண்டு ஒரு வகுப்பறை சோதனை மூலம் மின்சாரத்திற்கும் காந்தவிசைக்கும் உள்ள தொடர்பைக் கண்டு பிடித்தார். மின்னோட்டம் உள்ள ஒரு உலோகக் கம்பியை ஒரு காந்தஊசி அருகில் கொண்டு வந்தபோது அது மின்னோட்டத்திற்கு எதிர் திசையில் திடீரென திரும்பி நின்றது. மின்னோட்டத்தின் திசையை மாற்றி அந்தக் கம்பியை காந்த ஊசி அருகில் கொண்டு வந்த போது, அந்த ஊசி மீண்டும் திடீரென திரும்பி மின்னோட்டத்திற்கு எதிர்திசையில் அமைந்து நின்றது. இந்த எளிய சோதனை மூலம் மின்சாரத்திற்கும் காந்த விசைக்கும் உள்ள நெருங்கிய தொடர்பை அவர் நிரூபித்தார். இவ்வாறுதான் மின்காந்தவியல் (electromagnetism) தோன்றியது.

இந்நிலையில் மைக்கேல் ஃபாரடே (1791-1867) அறிவியல் ஆய்வில் நுழைந்தார். இங்கிலாந்தில் கருமான் ஒருவரின் 10 குழந்தைகளில் ஒருவராகப் பிறந்த ஃபாரடே, கல்வி கற்க வசதி இல்லாமல் எழுதவும் பேசவும் மட்டும் அறிந்திருந்தார். ஆனால் அறிவியலைப் பற்றி அதிகமாக அறிய மிகுந்த ஆவல் கொண்டவராகத் திகழ்ந்தார். சிறுவயதில் புத்தகங்களைத் தைக்கும் (book binder) ஒருவரிடம் உதவியாளராகச் சேர்ந்த இவர் தன்னிடம் தைப்பதற்காக வரும் அறிவியல் நூல்களை ஆர்வமாகப் படிப்பார். திருமதி மார்செட் (Marcet) எழுதிய **Conversations on Chemistry** என்ற நூலும் இதில் அடங்கும். ஒருநாள் இவரிடம் அடிக்கடி புத்தகங்களைத் தைக்க வரும் ஒருவர் இராயல் நிறுவனத்தில் (Royal Institution) ஹம்ஃபிரி டேவி ஆற்றும் நான்கு சொற்பொழிவுகளுக்கான நுழைவுச் சீட்டுகளை இலவசமாகக் கொடுத்தார். அந்தச் சொற்பொழிவுகளை உன்னிப்பாகக் கவனித்து, சொற்பொழிவுகளின் சாரத்தை எழுதி டேவிக்கு அனுப்பினார். இதன்கூடவே தன்னை அவரிடம் ஒரு உதவியாளராகச் சேர்த்துக் கொள்ளுமாறு கேட்டு கடிதம் ஒன்றையும் இணைத்து அனுப்பினார். டேவி இவருடைய ஆர்வத்தைப் பாராட்டி தன்னிடம் உதவியாள

ராகச் சேர்த்துக் கொண்டார். முதலில் பார்த்த வேலையில் கிடைத்த ஊதியத்தைவிட டேவியிடம் கிடைத்த ஊதியம் குறைவாக இருந்தபோதிலும் அறிவியலில் இருந்த ஆர்வம் காரணமாக மிக மகிழ்ச்சியுடன் டேவியிடம் உதவியாளராகச் சேர்ந்தார். 1813ஆம் ஆண்டு டேவியுடன் பல ஐரோப்பிய நாடுகளுக்கு இவர் சென்றார். அங்கு டேவியின் பல சொற்பொழிவு களைக் கேட்கும் வாய்ப்புகள் தவிர, மிகச்சிறந்த அறிவியல் அறிஞர்களான வோல்டா, ஆம்பியர் (Ampere), கே-லூசாக், அராகோ (Arago), ஹம்போல்ட் (Humboldt), கூவியர் (Cuvier) போன்றவர்களைச் சந்திக்கவும் அவர்களோடு கலந்துரையாடவும் வாய்ப்புகள் இவருக்குக் கிட்டின. சுற்றுப் பயணத்திலிருந்து திரும்பி யதும் ஃபாரடேவை தன்னுடைய நேரடி உதவியாளராக டேவி வைத்துக் கொண்டார். டேவியின் வலதுகை போன்று இவர் செயல் பட்டார். இத்தகைய அனுபவங்கள் அவருடைய அறிவை மேலும் விசாலமாக்கின, தெளி வாக்கின, திறமை வாய்ந்தவராக்கின; அறிவிய லில் மிகுந்த ஈடுபாடு கொள்ளச் செய்தன.

ஒயர்ஸ்டெட்டின் சோதனைகளால் உந்தப்பட்ட ஃபாரடே 1821ஆம் ஆண்டு தன்னுடைய அறிவியல் சோதனைகளைத் தொடங்கினார். இச்சோதனைகள் மூலம் முதன் முதலில் இவர் மின்காந்தத் தூண்டல் (electromagnetic induction) நிகழ்வை எடுத்துக் காட்டினார். மின்னேற்றம் ஏற்படுத்தப்பட்ட ஒரு கம்பியை ஒரு நிலையான காந்தத்திற்கு அருகாமையில் எடுத்துச் சென்றால் அது காந்தத்தைச் சுற்றி நகருகிறது என்றும், நிலை யாக வைக்கப்பட்ட மின்னேற்றப்பட்ட கம்பிக்கு அருகில் ஒரு காந்தத்தை எடுத்துச் சென்றால் அது கம்பியைச் சுற்றி நகருகிறது என்றும் அவர் கண்டுபிடித்தார். இவ்வாறு அவர் காந்தவிசையை மின்சாரமாகவும், மின்சாரத்தை காந்தவிசையாகவும் மாற்றினார். இந்த அடிப்படையில் அவர் மின்மாற்றியை (transformer) கண்டுபிடித்தார். காந்தவிசையுடன் எந்திர இயக்க விசையையும் இணைக்கும் போது மின்னோட்டத்தை உருவாக்கலாம் என்ற இவருடைய கண்டுபிடிப்பின் அடிப்படையில் தான் மின்னாக்கி (dynamo) உருவாகியது. இதே முடிவை ஏறத்தாழ ஒரே நேரத்தில் அமெரிக்க அறிவியல் அறிஞர் ஜோசப் ஹென்றியும் (Joseph Henry) நிரூபித்தார். ஆனால் இவர் தன்னுடைய முடிவுகளைப் பிரசுரிக்கவில்லை. காந்தவிசை, மின்சாரம், எந்திர விசை ஆகிய மூன்றிற்கும் உள்ள தொடர்பையும் ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்றைப் பெறும் வழிமுறைகளையும் ஃபாரடே தான் முதன்முதலில் உலகிற்கு எடுத்துக் காட்டினார்.

ஏற்கனவே விவரிக்கப்பட்ட மாக்ஸ்வெல் (மற்றும் போல்ட்ஸ்மான்) நிறுவிய வாயுக் களின் இயக்கக் கொள்கை, ஃபாரடேவின் மின்காந்த புலத்திற்கு (electromagnetic field) கொள்கை மற்றும் கணித ரீதியான விளக்கத்தை அளித்தது. மின் விசையும், காந்த விசையும் ஒன்றுக்கொன்று பிரிக்க முடியாமல் பின்னிக் கொண்டிருப்பவை என்றும், இரண்டும் தனித்தனியே இருக்க முடியாதவை என்றும் மாக்ஸ்வெல் விளக்கினார். உண்மையிலேயே ஒரு மின்காந்தப் புலம் ஒரு மின்னோட்டத்தின் ஊசலால் (oscillation) ஏற்படுகிறது என்றும் மாக்ஸ்வெல் நிரூபித்தார். இந்த மின்காந்தப் புலம் அதன் மூலத்தில் இருந்து வெளிப் பக்கமாக ஒரு வினாடிக்கு 1,86,300 மைல் என்ற நிலையான வேகத்தில் விரிவடைகிறது என்று மாக்ஸ்வெல் மேலும் நிரூபித்தார். ஏற்கனவே ஒளி ஒரு வினாடிக்கு 1,86,282 மைல் வேகத்தில் செல்லுகிறது என்ற விவரத்தை நாம் அறிவோம். இந்த வேகம் மின்காந்தப் புலத்தின் பரவல் வேகத்தை துல்லியமாக ஒத்திருப்பது நம்மை மிகவும் ஆச்சரியத்திற்கு உட்படுத்தும் விவர மாகும். இந்த அடிப்படையில் ஒளியும் ஒரு ஊசலாடும் மின்னேற்றம் என்று மாக்ஸ்வெல் கூறினார். அதாவது, ஒளியும் ஒரு வகையான மின்காந்த கதிரியக்கம் (electro magnetic radiation) என்று அவர் வலியுறுத்தினார். எனினும் இக்கருத்தை அவரால் சோதனைகளின் அடிப்படையில் நிரூபணம் செய்ய முடிய

வில்லை. மாக்ஸ்வெல்லின் கருத்துக்கள் *1873*ஆம் ஆண்டு வெளியான அவருடைய நூலான **Treatise on Electricity and Magnetism** -ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

ஆ] மற்ற மின்காந்த கதிர்கள்

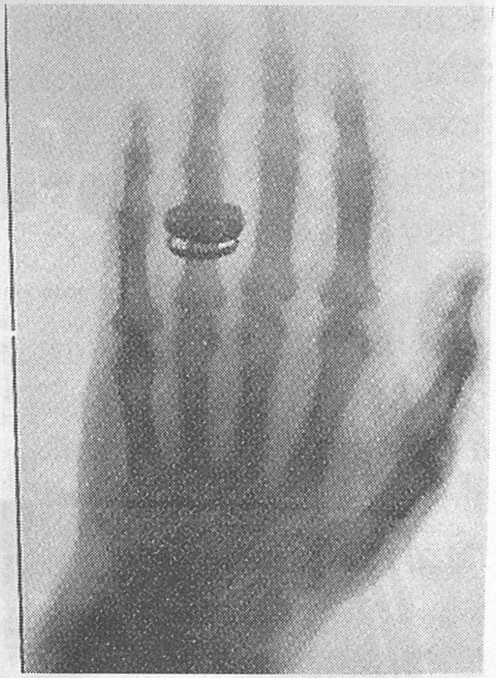
ஹெயின்ரிக் இருடால்ஃப் ஹெர்ட்ஸ் (Heinrich Rudolf Hertz) *(1857-1894)* என்ற ஹெல்ம்ஹோல்ட்ஸின் மாணவர், *1888*ஆம் ஆண்டு செய்த ஆய்வின் விளைவாக நீண்ட அலைநீளம் கொண்ட ஒரு புதிய வகை கதிர்களைக் கண்டுபிடித்தார். இவையும் மின்காந்த கதிர்கள்தான். இவற்றின் அலைநீளம் 2.2 அடியாகும் (66 செ.மீ.), அதாவது நாம் காணும் ஒளியின் அலைநீளத்தை விட ஒரு மில்லியன் முறை அதிக அலை நீளத்தைக் கொண்டது. இந்த அலைகளுக்கு அவர் ரேடியோ அலை என்று பெயரிட்டார் (ரேடியோவைக் குறிக்கும் Radio என்ற ஆங்கிலச் சொல் Radiotelegraphy என்பதன் சுருக்கமாகும்). இதனை கம்பியில்லா தகவல் தொடர்பிற்காக மார்கோனி (Marconi) என்பவர் *1894*ஆம் ஆண்டு பயன்படுத்தினார்.

வில்ஹெல்ம் கான்ராட் இரான்ட்ஜன் (Wilham Conrad Rontgen) *(1845ல் பிறந்தவர்)* (படம் IV.3) *1895*ஆம் ஆண்டு நவம்பர் *8*ஆம் தேதி இருட்டும் நேரத்தில் பவேரியா (Bavaria) நகரிலுள்ள உர்ஸ்பெர்க் (Wurzberg) பல்கலைக்கழகத்தில் தன்னுடைய ஆய்வுக் கூடத்தில் இருந்தபோது ஒரு ஆச்சர்யமான நிகழ்வு நேர்ந்தது. தன்னுடைய ஆய்வுக் கூடத்தின் ஒரு மூலையில் பேரியம் பிளாட்டினோசயனைடு பூசப்பட்ட ஒரு காகிதத்தாள் திடீரென மிகப் பிரகாசமாக ஒளிருவதை அவர் பார்த்தார். எதிர்மின்வாய் கதிர்கள் (cathode rays)[1] இந்த வேதிப்பொருளின் மீது படும்போது அது மிகப் பிரகாசமாக ஒளிரும் என்று அவர் ஏற்கனவே அறிந்திருந்தாலும்,

படம் IV.3. இரான்ட்ஜன்

இங்கு அந்த கதிர்கள் அந்தக் காகிதத்தாள் மேல் படுவதற்கு வாய்ப்பில்லை. ஏனெனில் சற்று நேரம் வரை அவர் ஆய்வு செய்து கொண்டிருந்த எதிர்மின்வாய் கதிர்க்குழாய் (cathode ray tube) அணைக்கப்படாமல் இருந்தாலும் அதன் உமிழும் வாய் ஒரு தடித்த அட்டையால் மூடப்பட்டிருந்தது. தடித்த அட்டையை எடுத்துவிட்ட பின்பும் ஒளிர்தல் நிற்கவில்லை. அட்டையால் மூடப்பட்டிருந்தாலும் ஒளிர்தல் நிற்கவில்லை. ஆனால் எதிர்மின் வாய்க்கதிர்க் குழாயை அணைத்துவிட்டால் ஒளிர்தல் நின்று போயிற்று. அணைக்கப்படாத எதிர்மின்வாய் கதிர் குழாய்க்கும் காகிதத் தாளுக்கும் இடையே தன்னுடைய கையை ஆர்வத்தினால் நீட்டிய போது கையின் எலும்புகள் ஒரு நிழல் போல திரையில் தோன்றின (படம் IV.4). அதே பூசப் பட்ட காகிதத் தாளை அடுத்த அறைக்கு எடுத்துச் சென்றாலும், எதிர்மின்வாய் கதிர்குழாய்க்கும் பூசப்பட்ட காகிதத் தாளுக்கும் இடையில் ஒரு

1. எதிர்மின்வாய்க் கதிர்கள் எலக்ட்ரான் துகள்களால் ஆனவை. இவை எதிர்மின்வாயில் இருந்து உமிழப்படுபவை அல்லது ஒரு மின்கலத்தின் எதிர் மின் உலோகத்திலிருந்து வெளிப்படுபவை.

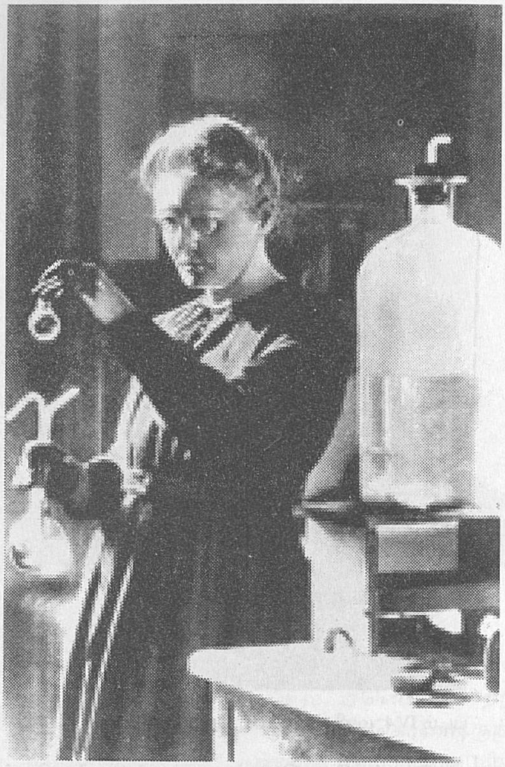


படம் IV.4. மனித கையின் முதல் X - கதிர் ஒளிப்படம்

சுவர் இருந்தபோதிலும், அந்தத் தாள் மிகப் பிரகாசமாக ஒளிர்ந்தது. இவ்வாறு இரான்டஜன் தன்னுடைய 50வது வயதில் ஒரு புதிய வகை மின்காந்த அலையைக் கண்டுபிடித்தார். அதன் உண்மைத் தன்மை சரியாகத் தெரியாததால் அதற்கு X - கதிர்கள் (X-rays) என்று பெயரிட்டார். இந்தப் பெயர், அதன் உண்மைத் தன்மைகள் தெரிந்த பின்னும்கூட, நிலைத்து நின்று விட்டது. 1895ஆம் ஆண்டு டிசம்பர் 28ஆம் தேதி தன்னுடைய குறிப்பிடத்தக்க கண்டுபிடிப்பை அவர் வெளியிட்டார். X - கதிர்கள் ஒளிப்புகாத பொருட்களைக்கூட துளைத்துச் செல்லும்; ஒரு வாயுவில் மின்னேற்றத்தை ஏற்படுத்தும் (அதாவது வாயுவை அயனியாக்கம் செய்யும்); காந்த அல்லது மின்புலங்களால் இவை பாதிப்படைவதில்லை. இதுபோன்ற இதன் பண்புகளை அவர் எடுத்துரைத்தார். மருத்துவத் துறையில் இது உடனே பயன்படுத்தப்பட்டது; முக்கியமாக எலும்பு முறிவு, விழுங்கிய உலோகப் பொருட்களைக் கண்டறிவது போன்றவை இதனால் எளிதாயிற்று. எனினும் X - கதிர்களால் நம் உடலின் திசுக்களில் ஏற்படும் ஆபத்துகள் பற்றியும் விரைவிலேயே தெரிய வந்தன.

ஹென்றி பேக்ரெல் (1852-2908) 1896ஆம் ஆண்டு ஜனவரி 20ஆம் நாள் X - கதிர்கள் பற்றி கேள்விப்பட்டு, அதே வருடம் பாரிஸ் நகரின் தன்னுடைய ஆய்வினைத் தொடங்கினார். அவரும் அவருடைய தந்தையும் ஒளிர்தல் (fluorescence) நிகழ்வு பற்றி இதற்கு முன் ஆய்வு செய்தனர். X - கதிர்களை அவை உண்டாக்கும் ஒளிர்தல் மூலம் இரான்டஜன் கண்டுபிடித்த தால், ஒளிரும் பொருட்கள் எல்லாம் X - கதிர்களை உண்டாக்க வல்லவையா என்று ஆய்வு செய்ய அவர் எண்ணினார். இதற்காக அவர் சூரிய ஒளிபட்டால் ஒளிரும் தன்மை யுடைய யுரேனிய உப்புப் படிகத்தை தேர்ந் தெடுத்தார். இந்தப் படிகத்தை கருப்புத் தாளால் மூடிய ஒளிப்பட ஃபிலிம் (photographic film) ஒன்றின் மேல் வைத்து அதன்மேல் சூரியஒளி படுமாறு வைத்தார். ஒளிரும் படிகம் X - கதிர்களை வெளியிட்டால், அக்கதிர்கள் கருப்புத் தாளைதுளைத்துக் கொண்டு ஒளிப்பட ஃபிலிமை பனிபோன்று வெண்மையாக்கும் என்று நினைத்தார். ஒளிப்பட ஃபிலிமை பின்னால் உருவேற்றும் (develop) போது அது உண்மையில் பனிபோன்ற வெண்திட்டுகளைப் பெற்றிருந்தது. இதன் காரணமாக ஒளிரும் படிகங்கள் X - கதிர்களை உருவாக்குகின்றன என்று முடிவுக்கு (ஆனால் தவறான) வந்தாலும், மேலும் பலமுறை சோதனை செய்து முடிவை ஏற்கலாம் என்று எண்ணினார். ஆனால், மேகமூட்டம் பல நாட்கள் பாரிஸ் நகரில் அப்பொழுது தொடர்ந்து ஏற்பட்டதால், சோதனையை சூரிய ஒளி வரும் வேறு ஒரு நாளில் மேற்கொள்ளலாம் என்று எண்ணி யுரேனிய படிகத்தை ஒரு புதிய ஒளிப்பட ஃபிலிமின் மேல் வைத்து தன்னுடைய இருட்டிய மேஜை அறையில் பூட்டி வைத்தார்.

சூரிய ஒளி தொடர்ந்து ஏற்படாததை அடுத்து வெறுப்புற்று அந்த புதிய ஒளிப்பட பிலிமை எதற்கும் உருவேற்றம் செய்து பார்க்கலாம் என்றெண்ணி அவ்வாறே செய்தபோது அந்த ஃபிலிமில் மிகத் தெளிவான பனிமூட்டம் போன்ற வெண்திட்டுக்கள் தோன்றியிருப் பதைக் கண்டு ஆச்சர்யமுற்றார். சூரிய ஒளி மேஜையின் அறையில் நுழைய வாய்ப்பில்லாத நிலையிலும், மிஞ்சி நிற்கும் ஒளிர்தலும் படிகத்தில் இல்லாத சூழ்நிலையிலும், வேறு ஏதோ ஒரு கதிர் யுரேனிய படிகத்திலிருந்து தோன்றி ஒளிப்பட ஃபிலிமில் பனிமூட்டம் போன்ற வெண்திட்டுக்களை உருவாக்கியிருக்க வேண்டும் என்ற முடிவுக்கு பேக்ரல் வந்தார். இதன் மூலம் ஒரு புதியவகை இயற்கைக் கதிரியக்கத்தை (natural radioactivity) அவர் கண்டுபிடிக்க நேர்ந்தது. இந்தக் கதிர்கள், X - கதிர்களின் பல பண்புகளைப் பெற்றிருந்தன. ஒளிப்புகா பொருட்களையும் இந்தக் கதிர்கள் துளைக்க வல்லன; காற்றை அயனியாக்கம் செய்யக்கூடியவை. இந்த கண்டுபிடிப்பு முழுக்க முழுக்க எதிர்பாராத கண்டுபிடிப் பாகும். ''தயாராக உள்ள மனதை எதிர்பாரா செயல்கள் ஆதரிக்கும்'' (Accidents favour the prepared mind) என்ற கூற்றுக்கு முக்கிய எடுத்துக்காட்டு பேக்ரலின் கண்டுபிடிப்பாகும்.



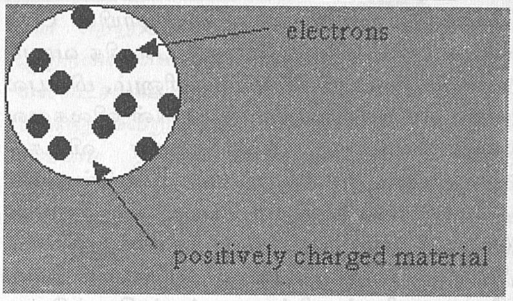
படம் IV.5. மேரி கியூரி

போலந்து நாட்டின் வார்ஷா (Warsaw) நகரைச் சேர்ந்த மேரி ஸ்க்லோடோவ்ஸ்கா (Marie Sklodowska) தன்னுடைய 25வது வயதில் பாரிஸ் நகரை வந்தடைந்தார். அழுத்த மின்னேற்றத் துறையில் (Piezoelectricity) வல்லுநரான பியரி குயூரி (Pierre Curie) என்ற ஆய்வாளரை அங்கு மணந்து கொண்டார். ஹென்றி பேக்ரலின் ஆய்வினால் கவரப்பட்டு, மேரி குயூரி (படம் IV.5) யூரேனிய தாதுவில் தன்னுடைய ஆய்வினைத் தொடர்ந்தார். கூடிய விரைவி லேயே யுரேனிய தாதுக்கள் ஒன்றுக்கும் மேற்பட்ட வகைக் கதிர்களை வெளியிடுவதைக் கண்டுபிடித்தார். ஒரு சில கதிர்கள் காந்தப் புலத்தால் வளைந்து ஒரு பக்கமும், வேறு சில கதிர்கள் அதே காந்தப்புலத்தால் வளைந்து எதிர்பக்கமும் விலகலடைவதை அவர் கண்டறிந்தார். 1898ஆம் ஆண்டு இந்த கதிர்களின் வீச்சுகளுக்கு கதிரியக்கம் (radioactivity) என்று பெயர் சூட்டினார். நேர் மின்னேற்ற கதிர்வீச்சு கதிர்களுக்கு ஆல்ஃபா கதிர்கள் (அல்லது ஆல்ஃபா துகள்கள்) (alpha rays or particles) என்றும் எதிர் மின்னேற்ற கதிர்வீச்சுக் கதிர் களுக்கு பீட்டா கதிர்கள் (அல்லது பீட்டா துகள்கள்) (beta rays or particles) என்றும் பெயர் களைப் பின்னால் இரூதர்ஃபோர்டு அவர்கள் சூட்டினார். 1900ஆம் ஆண்டு, பால் உல்ரிச் வில்லார்டு (Raul Ulrich Villard) மிகவும் துளைத்துச் செல்லக்கூடிய மூன்றாவது கதிர் வீச்சுக் கதிரைக் கண்டுபிடித்தார். இக்கதிர்கள் காந்தப்புலன்களால் விலகுவதில்லை.

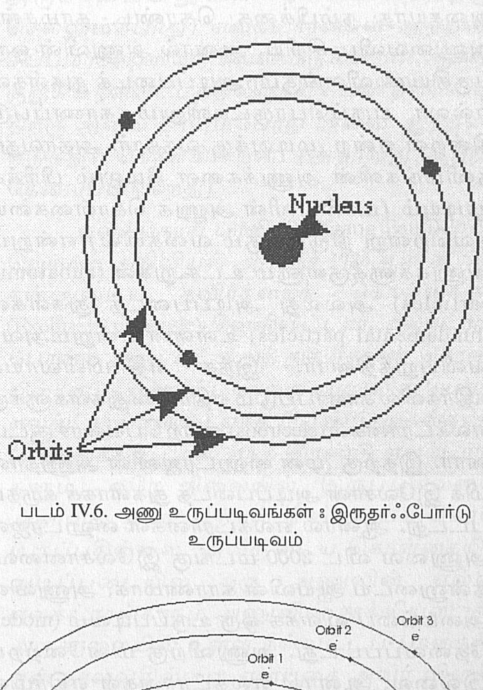
இவற்றிற்கு காமா கதிர்கள் (அல்லது காமா துகள்கள்) (Gamma rays or particles) என்று பெயர் சூட்டப்பட்டது. கதிர்வீச்சின் அளவை அளவிட மேரி குயூரி ஒரு புதுமுறையைக் கண்டுபிடித்தார். இந்த அளவை முறையின் அடிப்படை அலகு குயூரி (Curie) என்று இவரைப் பெருமைப் படுத்தும் வகையில் அழைக்கப்படுகிறது. யுரேனிய தாதுவில் உண்டாகும் கதிர்வீச்சின் அளவு தாதுவில் யுரேனியத்தின் அளவைப் பொருத்தது என்று அவர் நிருபித்தார். 1898ஆம் ஆண்டு, தோரியம் (thorium) என்ற கனமான தனிமமும் கதிர்வீச்சு கொண்டது என்று கண்டு பிடித்தார். அதே ஆண்டு மேரியும் அவருடைய கணவரும் யுரேனிய தாதுவிலிருந்து மேலும் ஒரு புதிய தனிமத்தைக் கண்டுபிடித்தனர். இதற்கு மேரி பிறந்த நாடான போலந்தை போற்றும் வகையில் போலோனியம் (polonium) என்ற பெயர் சூட்டப்பட்டது. இந்த தனிமத்தின் கதிர்வீச்சு அளவு யுரேனியத்தின் கதிர்வீச்சு அளவைவிட நூற்றுக்கணக்கான மடங்கு அதிகம் என நிருபித்தனர். 1898ஆம் ஆண்டு டிசம்பர் மாதத்தில் யுரேனியத் தாதுவிலிருந்து ரேடியம் (radium) என்ற வேறொரு புதிய கதிர்வீச்சுத் தனிமத்தையும் அவர்கள் கண்டு பிடித்தனர்.

7) அணு மற்றும் அணு உட்கூறுத்துகள்கள்

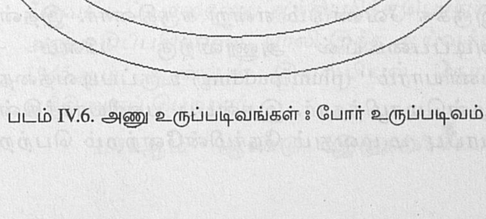
இதே காலகட்டத்தில் J.J.தாம்சன் (J.J.Thompson) (1865-1940) கேம்பிரிட்ஜ் நகரத்தின் காவண்டிஷ் ஆய்வுக் கூடத்தில் ஆய்வுசெய்து கொண்டிருந்தார். X - கதிர்கள் மற்றும் எதிர் மின்வாய்க்கதிர்கள் தொடர்பான ஆய்வுகள் அவரை மிகவும் கவர்ந்தன. 1896ஆம் ஆண்டு எதிர்மின்வாய் குழாயில் அவர் ஒரு மின் புலத்தை (electric field) உண்டாக்கி அதன் மூலம் எதிர்மின்வாய்க் கதிர்களை அவர் விலகல் அடையச்செய்தார். வெள்ளீயம், பிளாட்டினம், தாமிரம், அலுமினியம் போன்ற வெவ்வேறு வகை உலோகங்களை எதிர்மின்வாய்களாகப் பயன்படுத்தியபோதும் ஒரே வகையான முடிவுதான் கிடைக்கப்பெற்றார். அதே



படம் IV.6. அணு உருப்படிவங்கள் : தாம்சன் உருப்படிவம்



படம் IV.6. அணு உருப்படிவங்கள் : இருதர்ஃபோர்டு உருப்படிவம்



படம் IV.6. அணு உருப்படிவங்கள் : போர் உருப்படிவம்

போன்று, எதிர்மின்வாய்க் குழாயில் CO_2, ஹைட்ரஜன், காற்று போன்ற பலவித வாயுக் களைப் பயன்படுத்தினார். எனினும், மின்புல னால் எதிர்மின்வாய்க் கதிர்களின் விலகலை அளக்கும்போது ஒரேவிதமான விலகல் கோணத்தை அவர் பெற்றார். எதிர்மின்வாய்க் கதிர்கள் மின்னேற்றம் பெற்ற அணுக்களாக (charged atoms) மட்டும் இருந்தால், விலகல் கோணம் வேறுபட்டிருக்கும். ஏனெனில் வெவ் வேறு தனிமங்களின் அணுக்கள் வெவ்வேறு பொருண்மை கொண்டவை. எனவே 1897ஆம் ஆண்டு, தன்னுடைய ஆய்வின் முடிவுகளில் அசையாத நம்பிக்கை கொண்ட தாம்சன், அணுவைவிட சிறிய, ஆனால் அணுவின் ஒரு பகுதியாக விளங்கும், அடிப்படைத் துகள்கள் எல்லா பருப்பொருட்களிலும் காணப்படு கின்றன என்ற முடிவுக்கு வந்தார். அதாவது, தனிமங்களின் அணுக்களை மேலும் பிரிக்க முடியும் (டால்டனின் அணுக் கொள்கையை தவறென்று நிரூபிக்கும் வகையில்) என்றும் அணுக்களுக்குள்ளும் உட்கூறுகள் (aubatomic particles) அல்லது அடிப்படைத் துகள்கள் (fundamental particles) உள்ளன என்றும்அவர் வலியுறுத்தினார். இந்த எதிர்மின்வாய்க் கதிர்களில் காணப்படும் எதிர்மின் துகள்களுக்கு எலக்ட்ரான்கள்(electrons) என்ற பெயரைச்சூட்டி னார். இதற்கு முன் ஹைட்ரஜனின் அணுதான் மிக இலேசான அடிப்படைத் துகளாகக் கருதப் பட்டது. ஆனால் எலக்ட்ரான்கள் ஹைட்ரஜன் அணுவை விட 2000 மடங்கு இலேசானவை. தன்னுடைய ஆய்வின் காரணமாக, அணுவின் அமைப்பை விளக்க ஒரு உருப்படிவம் (model) தேவைப்பட்டது. அணுவிற்கு மின்னேற்றம் இல்லை, ஆனால் எலக்ட்ரான்கள் எதிர்மின் னேற்றம் பெற்றவை. எனவே எலக்ட்ரான்களின் எதிர் மின்னேற்றத்தைச் சமன் செய்யும் வகையில் அணுவில் நேர்மின்னேற்ற அமைப்பு இருக்க வேண்டும் என்று கருதினார். இதன் அடிப்படையில் அணுவிற்கு ''பிளம் - பணியாரம்'' (plum pudding) உருப்படிவத்தை முன்மொழிந்தார். இதன்படி பணியாரத்தின் பரப்பு முழுவதும் நேர்மின்னேற்றம் பெற்ற துகள்கள் பரவி காணப்படுகின்றன என்றும் அந்தப் பணியாரத்தில் ஆங்காங்கே பொதிக்கப் பட்ட பிளம் பழங்கள்போன்று எதிர்மின்னேற்ற எலக்ட்ரான்கள் அமைந்துள்ளன என்றும் கூறினார் (படம் IV.6). 1906ஆம் ஆண்டின் இயல்பியலுக் கான நோபல் பரிசை தாம்சன் எலக்ட்ரான்கள் கண்டுபிடிப்பு ஆய்விற்காகப் பெற்றார். இவருடைய மகன் ஜார்ஜ் தாம்சன் உட்பட இவருடைய ஏழு மாணவர்கள் இவருக்குப் பின்னால் இயல்பியல் நோபல் பரிசு பெற்றனர் என்பது குறிப்பிடத்தக்கது.

J.J.தாம்சனின் முதல் ஆய்வு மாணவன் ஏர்னஸ்ட் இரூதர்ஃபோர்டு (Ernet Rutherford) (1871-1937) என்பவராவார். நியூசிலாந்து நாட்டிலிருந்து தன்னுடைய 24ஆம் ஆண்டு இவர் காவண்டிஷ் ஆய்வுக் கூடத்திற்கு வந்து சேர்ந்தார். தன்னுடைய முனைவர் பட்டத்தை முடித்துக்கொண்ட இவர் 1908ஆம் ஆண்டு மான்செஸ்டர் பல்கலைக்கழகத்தில் சேர்ந்து அங்கு ஜெர்மனியைச் சேர்ந்த ஹான்ஸ் கீகர் (Hans Geiger) என்பவருடன் ஒன்றுசேர்ந்து ஆய்வுகளைத் தொடங்கினார். மெல்லியத் தங்கத் தகடுகளை நேர் மின்னேற்றம் பெற்ற ஆல்ஃபா துகள்கள் கொண்டு தாக்கி, அதன் விளைவுகளை இருவரும் ஆய்வு செய்தனர். பெரும்பாலான ஆல்ஃபா துகள்கள் தங்கத் தகட்டை துளைத்துக் கொண்டு சென்று விட்டன. இம்முடிவு தாம்சனின் அணு உருப் படிவத்தின் எதிர்பார்ப்புதான். ஆனால் ஒரு சில ஆல்ஃபா துகள்கள் தங்கத் தகடிலிருந்து 90^0 அல்லது அதற்கு மேலான கோணங்களில் விலகிச் சென்றன. இந்த முடிவு தாம்சனின் கருத்துக்கு ஒத்ததாக இல்லை என்று இரூதர்ஃபோர்டு கருதினார். 1911ஆம் ஆண்டு, அணுவின் அமைப்பை விளக்க இவர்வேறொரு புதிய உருப்படிவத்தை கொண்டு வந்தார் (படம் IV.6) இதன்படி, நேர்மின்னேற்றம் பெற்ற அணு வின் பகுதிகள் அணு முழுவதும் பணியாரம் போன்று பரவிக் காணப்படாமல், அணுவின் மையப்பகுதியில் திரட்டப்பட்டுள்ளன என்றும், இதன் காரணமாகத் தான் நேர்மின்

துகள்களான ஆல்ஃபாதுகள்கள் ஒருசிலவாவது தங்கத்தின் அணுவின் மையப்பகுதியில் உள்ள நேர்மின் துகள்களின் மேல் பட்டு விலகல் அடைகின்றன என்றும் கூறினார். நேர்மின்னேற்ற துகள்களால் ஆக்கப்பட்ட அணுவின்மையப்பகுதியை நூக்லியஸ் (nucleus) என்று அழைத்தார். எதிர்மின்னேற்றம் பெற்ற எலக்ட்ரான்கள் நூக்லியஸுக்கு வெளியே ஒருவட்டத்தில் அமைந்துள்ளன என்று அவர் கருத்துத் தெரிவித்தார். அணுவின் நூக்லியஸில் தான் அணுவின் பெரும்பாலான பொருண்மை அடங்கியுள்ளது என்றும் அவர் கூறினார்.

நீல்ஸ் போர் (Niels Bohr) (1885-1962) என்ற டென்மார்க் நாட்டு அறிஞர் இருதர்ஃபோர்டு அணு உருப்படிவத்தில் உள்ள முக்கியமான சிக்கலினால் உந்தப்பட்டு அணுவின் அமைப்பைப் பற்றி புதிய ஆய்வுகளை மேற் கொண்டார். அணுவின் எலக்ட்ரான்கள் வட்டப் பாதையில் செல்ல முடியாது என்ற முடிவுக்கு அவர் வந்தார். ஆற்றல் இழப்பைத் தடுப்பதற் கான ஒரு செயல்முறை இல்லாத காரணத்தால் வட்டப் பாதையில் சுற்றும் எலக்ட்ரான்கள் வட்டப் பாதையை விட்டு விலகி சீக்கிரத்தி லேயே அணுவின் மையம் நோக்கி இடப் பெயர்ச்சி அடையும் (இதன் காரணமாகவே சூரியனைச் சுற்றும் கோள்களும் வட்டப் பாதையில் வலம் வராமல் நீள்வட்டப் பாதை யில் செல்கின்றன என்ற தகவலை இங்கு நினைவு கூர்க). இதனால் போர் எடுத்துரைத்த அணு உருவப்படிவத்தில் (படம் IV.6) அணுவின் நூக்லியஸைச்சுற்றி எலக்ட்ரான்கள் குறிப்பிட்ட தூரங்களில் அவற்றுக்கென்று நிர்மாணிக்கப் பட்ட நீள்வட்டப் பாதைகளில் வலம் வருகின்றன என்றும், வட்டப் பாதையின் ஆரமும் அந்தந்த நீள்வட்டப் பாதைகளில் குறிப்பிட்ட எலக்ட்ரான்கள் சுற்றுவதற்குத் தேவையான ஆற்றலும் பிளாங்க் மாறிலியால் (Planck's constant) (பார்க்க பக்கம் 95) நிர்ணயம் செய்யப்படுகின்றன என்றும் அவர் எடுத்துக் காட்டினார். அவற்றிற்காக நிர்ணயம் செய்யப் பட்டுள்ள நீள்வட்டப் பாதையில் எலக்ட்ரான் கள் சுற்றும் வரையில் அவை மின்காந்த ஆற்றலை வெளிப்படுத்துவதில்லை. ஆனால் எலக்ட்ரான்கள் தம்முடைய வட்டப்பாதையி லிருந்து வேறு ஒரு வட்டப் பாதைக்குத் தாவும் தன்மை இயற்கையாகவே அவைகளுக்கு இருப்பதால், தாவும் எலக்ட்ரான்கள் தம்முடைய ஆற்றல் நிலையை மாற்றிக் கொள்கின்றன. அதிக ஆரம் உள்ள ஒரு நீள் வட்டப் பாதையிலிருந்து குறைந்த ஆரம் உள்ள ஒரு நீள்வட்டப் பாதைக்கு எலக்ட்ரான்கள் தாவும்போது (அதாவது நூக்லியஸுக்கு அருகாமையிலுள்ள நீள்வட்டத்திற்குச் செல்லும்போது) எலக்ட்ரான்கள் ஆற்றலை சிப்பமாக (quantum) வெளிவிடுகின்றன. ஆனால் குறுகிய நீள்வட்டத்திலிருந்து வெளி நீள்வட்டத் திற்கு அவை தாவும்போது அவை ஆற்றலை எடுத்துக் கொள்கின்றன. (அதாவது ஆற்றல் தேவைப்படுகிறது)

உல்ஃப்காங் பாலி (Wolfgang Pauli) என்ற ஜெர்மன் அறிவியல் அறிஞர் 1925ஆம் ஆண்டு தன்னுடைய தவிர்க்கைக் கொள்கையை (Exclusion principle) வெளியிட்டார். எலக்ட்ரான் போன்ற அணு உட்கூறுத் துகள்களின் தொகுதி யில் (எடுத்துக்காட்டாக ஒரு அணுவின் மொத்த எலக்ட்ரான்களில்) எந்த இரண்டு துகள்களும் (எடுத்துக்காட்டாக, எந்த இரண்டு எலக்ட்ரான் களும்) ஒரே நிலையில் இருப்பதில்லை. அதாவது ஒரே ஆற்றல் நிலையைக் கொண் டிருப்பதில்லை. அவருடைய கொள்கையின் அடிப்படையில் ஒரு அணுவின் எல்லா எலக்ட்ரான்களும் அணுவின் நூக்லியஸுக்கு அருகாமையில் உள்ள நீள்வட்டப் பாதைக்கு ஏன் தாவுவதில்லை என்பதை அவர் விளக்கி யுள்ளார். ஒரு எலக்ட்ரான் ஒரு குறிப்பிட்ட நீள்வட்டப் பாதையில் அமைந்து விட்டால், அது மற்ற எந்த எலக்ட்ரானையும் அதே நீள்வட்டப் பாதையை ஆக்கிரமிக்க பொதுவாக அனுமதிப்பதில்லை. பாலி இந்த ஆய்வுக்காக 1945ஆம் ஆண்டின் இயல்பியல் நோபல் பரிசினைப் பெற்றார்.

1919ஆம் ஆண்டு இருதர்ஃபோர்டு

அணுவின் நேர் மின்னேற்றம் பெற்ற துகளான புரோட்டானைக் (proton) கண்டுபிடித்தார். புரோட்டான் அணுவில் இருப்பதற்கான சாத்தியக்கூற்றை 1911ஆம் ஆண்டே அவர் குறிப்பிட்டது இங்கு குறிப்பிடத்தக்கது. அடுத்த ஐந்து ஆண்டுகளில் (1925ஆம் வருடம் வரை) அவரும் அவருடைய சக ஆய்வாளருமான ஜேம்ஸ் சாட்விக்கும் (James Chadwick) புரோட்டான்களை அணுவின் நூக்லியஸில் இருந்து பெறுவதற்கான ஆய்வுகளில் தீவிரமாக ஈடுபட்டனர். இதற்காக பத்து வெவ்வேறு தனிமங்களின் மெல்லிய தகடுகளை ஆல்ஃபா துகள்களால் துளைக்கும் சோதனைகளைச் செய்தனர். அவர்களின் ஆய்வு முடிவில், அணுவின் நூக்லியஸ் நேர் மின்னேற்றம் பெற்ற துகள்களால் மட்டும் ஆக்கப்படவில்லை என்றும், நியூட்ரான் (neutron) என்ற மின்னேற்ற மில்லாத துகள்களாலும் ஆக்கப்பட்டுள்ளது என்றும் கண்டுபிடித்தனர். நியூட்ரான் கண்டு பிடிப்பிற்காக ஜேம்ஸ் சாட்விக் 1935ஆம் ஆண்டிற்கான இயல்பியல் நோபல் பரிசினைப் பெற்றார். தனிமங்களின் நூக்லியஸ் ஆல்ஃபா துகள்களால் துளைக்கப்படும் போது நியூட்ரான்கள் மிக அதிக வேகத்துடன் வெளிவருகின்றன. இவற்றின் வேகத்தை மிதப்படுத்த வெண் மெழுகு (paraffin wax) பயன்படுத்தப்பட்டது. சாட்விக்கின் சோதனைகள் மூலம் நியூட்ரான்கள் தான் அணு எடைக்கும் அணு எண்ணுக்கும்[1] (atomic weight and number) இடையே உள்ள முரண்பாட்டிற்கு காரணம் என்பதும் தெரிய வந்தது. அணுவின் நூக்லியஸில் இருந்து நியூட்ரான்களைப் பெற ஆல்ஃபா துகள்களைப் பயன்படுத்துவதில் பல பிரச்சனைகள் இருந்ததால், பின்னால் செய்யப்பட்ட சோதனைகளில் ஆல்ஃபா துகள்களுக்குப் பதிலாக தனி புரோட்டான்கள் பயன்படுத்தப்பட்டன. இவைகளை எளிதாகவும் தேவையான வேகத்திற்கும் முடுக்கிவிட முடியுமென்பதால் அவை எளிதில் அணுவையும் அதன் நூக்லியஸையும் சிதைத்து நியூட்ரான்களை வெளியேற்ற உதவும். இந்த எண்ணத்தின் அடிப்படையில் தான் துகள் முடுக்கிகள் (Particle accelerators) (= atom smashers என்ற அணு உடைப்பிகள்) ஜான் டக்லஸ் காக்கிராப்ட் (John Douglas Cockroft) மற்றும் எர்னஸ்ட் தாமஸ் சின்டன் வால்டன் (Ernest Thomas Sinton Walton) என்ற இருவராலும் 1929ஆம் ஆண்டு கண்டுபிடிக்கப்பட்டன.

அணுவில் எலக்ட்ரான்கள், புரோட்டான்கள், நியூட்ரான்கள் ஆகியவற்றைத் தவிர மேலும் பல அடிப்படைத் துகள்கள் ஒன்றன்பின் ஒன்றாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. இந்த கண்டுபிடிப்புகள் அனைத்துமே பால் டிராக் (Paul Dirac) என்பவரின் டிராக் சமன்பாடுகளின் மூலம் ஏற்பட்ட உந்துதலினால் ஏற்பட்டவை தான். எங்கெல்லாம் அடிப்படைத் துகள்களாக பருப்பொருள் உள்ளதோ, அங்கெல்லாம் அவற்றின் ஆடிப்பிம்பம் (Mirror image) போன்று எதிர்ப் பருப்பொருளும் (antimatter) இருக்கும் என்று அவருடைய சமன்பாடுகள் எடுத்துரைத்தன. கார்ல் ஆண்டர்சன் (Carl Anderson), ஹெடிக்கி யுகாவா (Hedeki Yukawa), C.F. பவெல் (C.F.Powel), பாலி, ஃபெர்மி (Fermi), இரிச்சர்டு ஃபெயின்மான், முர்ரே ஜெல்-மான் (Murray Gell-Mann) போன்ற பல அறிவியல் அறிஞர்கள் இந்த அடிப்படைத் துகள்களின் கண்டுபிடிப்பில் முக்கிய பங்காற்றியவர்கள் ஆவர். ஒரு அணு சிறப்பாக அமையவும் செயல்படவும் இந்த அடிப்படைத் துகள்கள் பெரிதும் உதவுகின்றன. எனினும் இந்த துகள்களின் எண்ணிக்கை அதிகரிப்பாலும், அவற்றின் பெயர்களில் உள்ள குழப்பங்களாலும் வேறுசில பிரச்சனைகளாலும், இவற்றைப் பற்றி மற்றவர்கள் எளிதாக அறிந்துகொள்ளவும் இவற்றை வகைப்

1. அணு எண் என்பது ஒரு அணுவின் நூக்லியஸின் நேர் மின்னேற்ற எண்ணுக்கு சமம்; நேர் மின்னேற்ற எண் அணுவின் எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கைக்கு சமம். அணு எண் Z என்ற குறியீட்டால் அறியப்படும். அணு எடை என்பது அணுவின் பொருண்மையைக் குறிக்கும். அணு எண்ணும் அணு எடையும் ஒன்றுக்கொன்று தொடர்புடையவை அல்ல.

படுத்தவும் முர்ரே ஜெல்-மான் முயற்சிகள் மேற்கொண்டார். ''எட்டு மடங்கு பாதை'' (Eightfold Way) என்று அழைக்கப்படும் இவருடைய அடிப்படைத் துகள்களின் வகைப் பாடு (படம் IV.7) ஏற்கனவே இருந்த அத்தனைக் குழப்பங்களையும் நீக்கின. இவர், பல பண்பு களின் அடிப்படையில் அடிப்படைத் துகள் களைச் சிறு குழுக்களாக அல்லது குடும்பங் களாக பிரித்தார். ஆனால் இந்தப் பண்புகளில் அவற்றின் மின்னேற்றத்தை (charge) இவர்

படம் *IV.7*

அணு உட்கூறுத் துகள்கள்

ஹேட்ரான்கள் (Hadrons)

(அணுவின் நூக்லியஸில் காணப்படுபவை)

பேரியான்கள் (Baryons) : [புரோட்டான்கள், நியூட்ரான்கள் ஹைபரான்கள் (லாம்டா (lamda), சிக்மா (sigma), Xi மற்றும் ஒமேகா)]

எதிர் பேரியான்கள் (Antibaryons) : (எதிர்புரோட்டான்கள் போன்றவை)

மீசான்கள் (Mesons) : (பையான்கள் (pions), கேயான்கள் (Kaons) போன்றவை)

குளுவான்கள் (Gluons) மற்றும் காஜ் போசான்கள் (ஃபோட்டான்கள் (photons), கிராவிடான்கள் (gravitons), போசான்கள்

லெப்டான்கள் (Leptons)

(அணுவின் நியூக்லியஸுக்கு வெளியே காணப்படுபவை)

12 வகைகள் (பலமற்ற இடைச்செயல்களால் (weak interactions) கட்டுப்படுபவை)

எலக்ட்ரான்களும் அவற்றின் எதிர் துகள்களும் மியுவான்களும் (Muons) அவற்றின் எதிர்துகள்களும் டாவோ (Tao) வும் அவற்றின் எதிர்துகள்களும் நியூட்டிரினோக்களும் (Neutrinos) (எலக்ட்ரான் நியூட்ரினோக்கள், மியுவான் நியூட்ரினோக்கள், டாவோ நியூட்ரினோக்கள்) மற்றும் அவற்றின் எதிர் துகள்களும்

குவார்க்குகள் (Quarks)

6 வகைகள் [மேல் (Up), கீழ் (down), விசித்திர (strange), வசீகர (charm), அடி (bottom) மற்றும் உச்சி (top) வகைகள்].

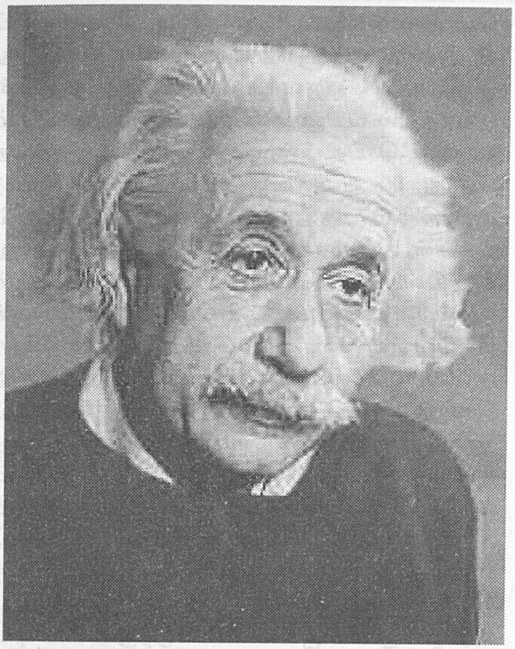
எதிர்குவார்க்குகள் (Antiquarks)

வகைப்பாட்டிற்கு எடுத்துக் கொள்ளவில்லை. இவருக்கு முன்னால் ஐன்ஸ்டீன் எல்லா அடிப்படைத் துகள்களையும் விசைகளையும் தன்னுடைய ''மீ ஒருமித்த புலம் கொள்கை'' Grand Unified Field Theory (GUT) மூலம் ஒன்று சேர்க்க முயற்சி செய்து தோல்வி அடைந்தார். இதேபோன்று TOES (Theories of Everything) எனப்படும் இயல்பியல் விசைகள் (ஈர்ப்பு விசையையும் சேர்த்து) எல்லாவற்றையும் ஒருமித்து விளக்கும் கொள்கைகளும் உண்டாக்கப்பட்டன. இவற்றில் மிக முக்கியமானது மீ இழைக் கொள்கை (Superstring theory). இக்கொள்கையின்படி, பிரபஞ்சத்தின் ஆரம்பக் காலங்களில், புள்ளி வடிவ அடிப்படைத் துகள்கள் எதுவும் இருந்ததில்லை என்றும் இழையின் சிறு பகுதிகளே (short segments of string) இருந்தன என்றும் தெரிய வருகிறது. இந்த இழையின் பகுதிகள் செயல்பட பத்து பரிமாணங்கள் (dimensions) தேவை. இவற்றில் ஒன்பது இடம்சார் பரிமாணங்களாகும், ஒன்று காலம் - சார் பரிமாணமாகும். எனினும் பிரபஞ்சத்தின் அடிப்படை விசைகள் அனைத்தையும் இணைக்கும் வகையிலும் எல்லோராலும் ஒத்துக்கொள்ளக் கூடியதுமான ஒரு பொதுக் கொள்கை இன்னும் உருவாக்கப்படவில்லை என்பது தான் உண்மை.

2005ஆம் ஆண்டு மீநுண்துகள்களின் (nanoparticles) மேல் மேற்கொள்ளப்பட்ட ஆய்வுகளின்படி நியூட்டனின் ஈர்ப்புக்கொள்கை மீநுண்துகள் நிலையில் அப்படியே பொருந்துவதில்லை என்றும், மிகச்சிறிய, இதுவரை அறியப்படாத, ஒரு விசை ஈர்ப்பு விசையை விட அதிக முக்கியத்துவம் பெறுகிறது என்றும் தெளிவாக்குகிறது. இந்த வகை விசை கசிமிர் விசை (Casimir force) என்று அழைக்கப்படுகிறது. இரண்டு மிக நுண்ணிய துகள்கள் ஒருசில நூறு நானோ மீட்டர் (nanometer) இடைவெளியில் பிரிந்து இருக்கும்போது இந்த விசை செயல்படுவது தெரியவருகிறது (மேலும் விவரங்களுக்கு பார்க்க பக்கம் 201).

8) சிப்பக் கொள்கையும், சிப்ப யுகமும்

மாக்ஸ் பிளாங்க் (Max Planck) (பிறந்தது *1858)* என்ற ஜெர்மன் நாட்டு அறிஞர் தன்னுடைய ஆய்வைக் கரும்பொருள் (blackbody) கதிர்வீச்சு என்ற தலைப்பில் தொடங்கினார். இயல்பியல் வரையரைபடி, எந்த ஒரு பொருள் ஒளியின் எல்லா அதிர்வெண்களையும் (frequencies) ஈர்த்துக் கொள்கிறதோ, எந்த அதிர்வெண் ஒளியையும் பிரதிபலிக்கவில்லையோ அந்தப் பொருள் கரும்பொருள் எனப்படும். இதற்கு மிக அருகில் வரும் எடுத்துக்காட்டு நிலக்கரியாகும். இந்த கரும்பொருளை வெப்பப்படுத்தும் போது தான் ஈர்த்த அனைத்து அதிர்வெண் ஒளியையும் அது வெளிவிட வேண்டும் என்பது எதிர்பார்க்கக் கூடிய ஒன்றாகும். ஆனால் அவ்வாறு நடப்பதில்லை. ஒரு கரும்பொருள் ஏன் தான் ஈர்த்த அனைத்து அதிர்வெண் ஒளியையும் வெளிவிடுவதில்லை என்பதை விளக்குவதற்காக மாக்ஸ் பிளாங்க் சிப்பக் கொள்கையை (Quantum theory) உருவாக்கினார். இந்தக் கொள்கையின்படி, ஆற்றல் சிப்பங்களாக அல்லது கட்டுகளாக (packets) அமைந்திருக்கிறது என்றும், ஒரு சிப்பத்தின் அளவு கதிர்வீச்சின் அதிர்வெண்ணுக்கு நேரடித் தொடர்புடையதாக இருக்கிறது என்றும் அவர் எடுத்துரைத்தார். குறைந்த அதிர்வெண் கதிர்வீச்சுகளுக்கு சிறிய அளவு சிப்பங்களாக இருக்கும் ஆற்றல் தேவைப்படுகிறது; அதிக அதிர்வெண் கதிர்வீச்சுகளுக்கு பெரிய அளவு சிப்பங்களாக இருக்கும் ஆற்றல் தேவைப்படுகிறது. எனவே, ஒரு பொருள் (கரும்பொருள்) மிக எளிதாக குறைந்த அதிர்வெண்களை உடைய கதிர்களை வெளியேற்றுகிறது; இதற்கு அதிக சிப்ப ஆற்றல் (quantum energy) தேவைப்படுவதில்லை. ஆனால் அதே பொருளுக்கு அதிக அதிர்வெண்களை உடைய கதிர்களை வெளியேற்றுவது மிகக் கடினம்; ஏனெனில் அதற்கு அதிக சிப்ப ஆற்றல் தேவைப்படுகிறது. வெப்பநிலையை உயர்த்தினால் அதிக அதிர்வெண் கதிர்கள் வெளியேறுவதை எளிதாக்கலாம். இதன் காரணமாகவே,



படம் IV.8. ஆல்பெர்ட் ஐன்ஸ்டீன்

இரும்பை சிறிதளவு சூடுபடுத்தினால் அது சிவப்பு நிறத்தைப் பெறுகிறது (ஏனெனில் குறைந்த அதிர்வெண் கொண்ட சிவப்புக் கதிர்கள் பிரதிபலிக்கப்படுகின்றன); மேலும் சூடுபடுத்தினால் நீல நிறத்தைப் பெறுகிறது (ஏனெனில் அதிக அதிர்வெண் கொண்ட நீலநிறக் கதிர்கள் பிரதிபலிக்கப்படுகின்றன); மிகவும் அதிகமாகச் சூடுபடுத்தினால் அது வெண்மை நிறத்தில் ஒளிர்கிறது (ஏனெனில் அனைத்து அதிர்வெண் கதிர்களும் பிரதிபலிக்கின்றன). கதிர்வீச்சின் அதிர்வெண்ணுக்கும், சிப்பத்தின் (ஆற்றலின்) அளவுக்கும் இடையே உள்ள விகிதம் மாறாதது; இந்த விகிதம் தான் பிளாங்க்கின் மாறிலி என்று அழைக்கப்படுகிறது.

ஆல்பெர்ட் ஐன்ஸ்டீன் *(1879-1955)* (படம் IV.8) என்ற ஜெர்மன் நாட்டு அறிஞர் உலகம் உருவாக்கிய அறிவியல் அறிஞர்களிலேயே மிகவும் சிறந்தவர், உயர்ந்தவர் என்பதில் ஐயமில்லை. *1902*ஆம் ஆண்டு அவருக்கு ஸ்விட்சர்லாந்து நாட்டின் பெர்ன் நகரில் காப்புரிமை (patent) அலுவலகத்தில் வேலை கிடைத்தது. அங்கிருந்து கொண்டே *1905*ஆம் ஆண்டில் ஐந்து சிறப்புமிக்க ஆய்வுக் கட்டுரைகளை Annalen der Physik என்ற ஜெர்மானிய சஞ்சிகையில் பிரசுரித்தார். இவற்றில் மூன்று கட்டுரைகள் மிகுந்த முக்கியத்துவம் வாய்ந்தவை. முதல் ஆய்வுக் கட்டுரை ஒளிமின் விளைவு (Photoelectric effect) பற்றியது. *1902*ஆம் ஆண்டு ஃபிலிப் ஃபான் இலினார்டு (Philipp von Lenard) என்பவர் கண்டுபிடித்த ஒளிமின் விளைவிற்கு பிளாங்க்கின் சிப்பக் கொள்கையின் அடிப்படையில் ஐன்ஸ்டீன் விளக்கமளித்தார். ஒளியும் சிப்பமாகத் தான் பயணிக்கிறது என்று அவர் எடுத்துக் கூறினார். இந்த ஆய்வுக் கட்டுரைசிப்ப இயக்கவியல் (Quantum mechanies) என்ற இயல்பியல் துறை பண்டைய இயக்கவியலில் (classical mechanics) இருந்து வேறுபட்டு தனித்துறையாக உதவியது. பண்டைய இயக்கவியலில், பருப்பொருளும் ஆற்றலும் ஒரு இயங்கும் படிக்கட்டில் (escalator) செல்வது போன்று தொடர்ச்சியாக மற்றும் படிப்படியாக இயங்குவதாக கொள்ளலாம். ஆனால் சிப்ப இயக்கவியலில் பருப்பொருளும், ஆற்றலும் ஒரு படிக்கட்டில் ஏறிச் செல்வதுபோல் விட்டுவிட்டு இயங்குவதாகக் கொண்டதாகக் கொள்ளலாம். ஐன்ஸ்டீனின் இரண்டாவது ஆய்வுக் கட்டுரை இராபெர்ட் பிரௌன் 1828ஆம் ஆண்டு கண்டுணர்ந்த பிரௌன் இயக்கம் (Brownian movement) என்பதைப் பற்றியதாகும். சாயத்துகள்கள், மகரந்தத் துகள்கள், தூசுகள் போன்றவை நீரில் மிதக்கும்போது காட்டும் ஒழுங்கற்ற, குறிக்கோளற்ற மற்றும் முறைமையற்ற இயக்கத்திற்கு சரியான விளக்கத்தை இராபெர்ட் பிரௌன் கொடுக்க முடியவில்லை. ஐன்ஸ்டீன் இந்த இயக்கத்தைக் கணித அடிப்படையில் விளக்கியதோடு, அணுக்கள் இருப்பதை பரிசோதனை அடிப்படையில் முதன்முறையாக நிரூபித்தார்.

ஐன்ஸ்டீனின் மூன்றாவது ஆய்வுக் கட்டுரை சார்பியலின் சிறப்புக் கொள்கை பற்றி

விவரிக்கிறது. மூன்று ஆய்வுக் கட்டுரைகளி லேயே மிகவும் முக்கியமானதாகக் கருதப்படும் இக்கட்டுரைக்கு ஐன்ஸ்டீன் நோபல் பரிசு பெறாதது மிகவும் ஆச்சர்யமானதாகும். இந்த கொள்கை, சிறப்புக் கொள்கை எனக் கருதப் படுவதற்குக் காரணம், இங்கு ஐன்ஸ்டீன் ஒரு சிறப்பான வகை சார்பியல் பற்றி, அதாவது பொருட்கள் ஒரு நிலையான வேகத்தில் நேர்க் கோட்டில் பயணம் செய்யும் போது (சீரான மற்றும் முடுக்கிவிடப்படாத இயக்கம் கொள்ளும் போது) ஏற்படும் சார்பியல் பற்றி விளக்கம் கொடுத்துது தான். இயக்கம் கொள்ளும் பொருட்களுக்கு எடுத்துக்காட்டாக ஐன்ஸ்டீன் ஒளியைத் தேர்ந்தெடுத்தார். ஒளி வெற்றிடத்தில் இயக்கம் கொள்கிறது என்றும் வெற்றிடத்தில் அதன் திசை வேகம் (velocity) நிலையானது என்றும் ஊகம் செய்து கொண் டார். பொருண்மை, காலம், இடம் போன்றவை ஒன்றை ஒன்று சார்ந்து மாறினாலும் ஒளியின் வேகம் எதனைச் சார்ந்தும் மாறாமல் உள்ளது. மேலும் ஒளியின் மூலம் (சூரியனோ, நட்சத்திரங்களோ) நகருகிறதா என்பதும் ஒளியை அளவிடும் கண்காணிப்பாளர் (observer) (அதாவது புவியில் உள்ள ஒருவர்) நகருகிறாரா என்பதும் முக்கியமல்ல என்று அவர் ஊகம் செய்துகொண்டார். மேலும், சிப்பக் கொள்கை வலியுறுத்தியது போல், ஒளி தனித்தனி சிப்பங் களாகப் பயணம் மேற்கொள்ளும்போது, அது அலைகளாக அல்லாமல் துகள்களாக செயல்படு கின்றன என்றும் அது பயணம் செய்வதற்கு ஊடகம் தேவையல்ல (ஈதர் என்ற பொருள் இல்லை என்று உறுதியான பிறகு) என்றும் அவர் எண்ணினார். இந்த இயக்கம் சார்புத் தன்மை வாய்ந்தது என்றும் அவர் நம்பினார். தன்னுடைய ஆய்வின் மூலம் ஐன்ஸ்டீன் ஈதர் என்ற ஊடகப்பொருள் இல்லை என்ற மைக்கேல்சன் (Michaelson) மற்றும் மோர்லீ (Morley)யின் பரிசோதனையை உறுதிசெய்த தோடு, மாக்ஸ்வெல்லின் சமன்பாடுகள் சரியானவை என்றும் உறுதி செய்தார். ஐன்ஸ்டீ னின் மிக பிரபலமான சூத்திரம் / சமன்பாடு $E = mc^2$ ஆகும். இதில் E = ஆற்றல்; m = பொருண்மை; C2 = ஒளி வேகத்தின் மிசைப் பெருக்கமாகும் (square of the speed of light); இது ஒரு மாறிலி. ஒருவர் புவியிலிருந்து ஒளியின் வேகத்தில் பயணம் செய்தால், ஆறு மாதம் பயணம் செய்த பின், அவர் புவியில் இல்லாத போது 50 புவி வருடங்கள் (earth years) கழிந்திருப்பதை அறிவார். எனவே, சார்பியல் விதிகள், காலம் சார்புத் தன்மையுடையது என்று கூறுகின்றன. நிலையாக நின்று பார்க்கும் ஒருவரின் கண்ணுக்கு, ஒரு பொருள் எவ்வளவுக் கெவ்வளவு வேகமாக இடம் பெயர்கிறதோ அவ்வளவுக்கவ்வளவு அதனுடைய அளவு அது செல்லும் திசையில் குறுகுவது போன்று தோன்றும் என்றும் சார்பியல் விதிகள் கூறு கின்றன. எனினும், அதே நிலையாக நிற்கும் மனிதருக்கு, அப்பொருளின் பொருண்மை அதிகரிப்பது போன்று தோன்றும். ஆனால், எந்தப் பொருளும் ஒளியின் வேகத்திற்கு இணையாகச் செல்ல முடியாது. சார்பியல் விதிகள் மூலம் ஐன்ஸ்டீன் எடுத்துக் காட்டிய மிக முக்கியமான உண்மை என்னவெனில் ஆற்றலும் பொருண்மையும் ஒரு பருப்பொரு ளின் இரண்டு வேறுபட்ட முகப்புகள் (facets) தான்.

ஐன்ஸ்டீன் 1916ஆம் ஆண்டு சார்பியலின் பொதுக் கொள்கையை (General theory of relativity) வெளியிட்டார். அவருடைய பொதுக் கொள்கை யில், சிறப்புக் கொள்கையின் அடிப்படைக் கருத்துக்களைத் தக்கவைத்துக் கொண்டார். ஒரு நகரும் பொருள் தன்னுடைய வேகத்தைக் கூட்டும்போதோ குறைக்கும்போதோ அல்லது நேர்க்கோட்டில் செல்லாமல் வளைவுக் கோட்டில் சென்றாலோ என்ன நடக்கும் என்பதைப் பொதுக் கொள்கையில் விளக்கி யுள்ளார். ஈர்ப்புவிசை தான் ஒரு பொருளின் வேகத்தை குறைக்கவோ கூட்டவோ செய்கிறது என்றும் ஒரு பொருளை நேர்க்கோட்டில் செல்வதற்கு அனுமதிக்காமல் வளைவுக் கோட்டில் செல்ல வைக்கிறது என்றும் அவர் விளக்கினார் (எடுத்துக்காட்டாக, கோள்களின் இயக்கம்). ஈர்ப்பு விசையின் விளைவுகளுக்கும்,

பொருள் மேற்கொள்ளும் வேக மாற்றங்களி னால் ஏற்படும் விளைவுகளுக்கும் இடையே உள்ள வேறுபாட்டை எந்த விதத்திலும் பிரித்துப் பார்க்க முடியாது. ஏற்கனவே உள்ள மூன்று பரிமாணங்களான உயரம், நீளம், அகலம் போன்றவற்றோடு காலத்தையும் அவருடைய பகுப்பாய்வில் எடுத்துக்கொண்டு, இந்த பொதுக் கொள்கை மூலம் இடம் - நேரம் முடிவின்மை (space-time continuum) பற்றிய முக்கிய முடிவுகளுக்கு வந்தார்.

9) அணுசக்தி

ஏற்கனவே விளக்கியபடி, அணுவை மேலும் பிரிக்கலாம் என்றும், அது பல உட்கூறு அடிப்படைத் துகள்களைப் பெற்றிருக்கிறது என்றும் இயல்பியல் அறிஞர்கள் நிரூபித்தனர். அணுவைப் பிளக்கும் போது, கூடவே அணுசக்தியும் வெளியாகிறது என்றும் அவர்கள் மேலும் நிரூபித்தனர். முதன் முதலில் அணுசக்தியைக் (atomic energy) கண்டுபிடித்த வர்கள் ஓட்டோ ஹானும் (Otto Hahn), இலிசே மெய்ட்னரும் (Lise Meitner) தான் (கட்டம் IV.2) எனினும், அணுசக்தி நற்செயல்களுக்கு முதன்முதலில் பயன்படுத்தப்படாமல் அழிவுச் செயல்களுக்கு அணுகுண்டுகள் மூலம் பயன் படுத்தப்பட்டது என்பது மிகவும் இழிவான செயலாகும். இரண்டாம் உலகப் போரில் ஹிரோஷிமா மற்றும் நாகசாகி நகர்களின் மேல் அணுகுண்டு வீசப்பட்டு மனித உயிர்களையும் பொருட்களையும் நாசப்படுத்தியது மிகக் கேவலமான செயலாகும் (விவரங்கள் பக்கம் 178ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன).

இரண்டாம் உலகப்போருக்குப் பின் அணுசக்தி ஆக்கச் செயல்களுக்காகப் பயன் படுத்தப்பட்டது. அணு ஆற்றல் உலைகள் உலகம் முழுவதும் (இந்தியா உட்பட) நிறுவப் பட்டு, அணு பிளப்பு (atomic fission) மற்றும் அணு இணைப்பு (atomic fusion) முறைகள் மூலம் அணுசக்தி உற்பத்தி செய்யப்பட்டு வருகிறது. மரபு சார் ஆற்றல் மூலங்கள் (conventional energy sources) குறைந்து வரும் நிலையில், அணுசக்தி மிக முக்கியமான ஆற்றலாகத் திகழ்கிறது. இருந்தாலும் அதனால் ஆபத்துகள் ஏற்படலாம் என்பதால் அதற்கு மாற்றாக வேறுபல ஆற்றல் மூலங்களை கண்டறியும் ஆய்வுகள் மேற் கொள்ளப்படுகின்றன. சூழலைக் கெடுக்காத சுத்தமான ஆற்றலைத் தரும் ஹைட்ரஜன் தான், வருங் காலத்தின், ஆற்றல் மூலம் என்று கருதப்படு கிறது. இதனை வேதியியல் நிகழ்வுகள் மூலமும், உயிரிகள் மூலமும் அதிக அளவில் உண்டாக்குவதற்காக ஹைட்ரஜன் எரிபொருள் முயற்சி (Hydrogen Fuel Initiative) 2003ஆம் ஆண்டு தொடங்கப்பட்டுள்ளது. மேலும் ஹைட்ரஜன் சிக்கனத்திற்கான பன்னாட்டு கூட்டு முயற்சி ஒன்றும் தொடங்கப் பட்டுள்ளது.

கட்டம் IV.2. அணுசக்தி கண்டுபிடிப்பின் வரலாறு

அணுசக்தி கண்டுபிடிப்பின் வரலாற்றுப் பின்னணி, ஓட்டோ ஹான் என்ற ஜெர்மன் நாட்டு தேர்ந்தாய்வு அறிஞரிடமும், இலிசே மெய்ட்னர் என்ற ஆஸ்திரிய நாட்டு கொள்கைசார் ஆய்வு அறிஞரிடமும் தொடங்கியது. இருவரும் கூட்டாக ஜெர்மனியில் ஆய்வு மேற்கொண்டிருந்தனர். இத்தாலி நாட்டு ஹென்றிகோ ஃபெர்மி (Henrico Fermi) என்பவர் 1934ஆம் ஆண்டு மேற்கொண்ட யுரேனிய தனிமத்தின் நியூக்லியஸை வெண்மெழுகு கொண்டு வேகம் மிதப்படுத்தப்பட்ட நியூட்ரான்கள் கொண்டு தாக்கும் சோதனைகளால் கவரப்பட்டு, ஹான் தானும் அந்த சோதனையை மேற்கொண்டார். இந்த சோதனைகளில் அதிக அளவு கதிர்வீச்சை பெற முடிந்ததால் யுரேனிய அணு சிதைகிறது என்ற முடிவுக்கு ஹான் வந்தார். ஆனால் அந்த நேரத்தில் மிகவும் பலுவான யுரேனிய அணுவை உடைக்க முடியும் என்று எவரும் அறிந்திருக்கவில்லை. 1938ஆம் ஆண்டு

பாரிஸில் ஐரீன் ஜூலியட் - கியூரியும் (Irene Juliet-Curie) (மேரி கியூரியின் மகள்), பாவல் சாவிட்சும் (Pavel Savitch) நியூட்ரான் மூலம் யுரேனிய அணுவைத் தாக்கியதில் லாந்தானம் (lanthanum) என்ற தனிமத்தைப் பெற்றதாக அறிவித்திருந்தும் (தனிம அட்டவணையில் லாந்தானம் யுரேனியத்தை விட 35 இடங்கள் தள்ளி கீழே அமைகிறது; அதன் அணு எடை 57; யுரேனியத்தின் அணு எடை 92) அதனை எவரும் நம்பவில்லை. இந்த நேரத்தில் உலகப்போர் தொடங்கியது. யூதரான இலிசே மெய்ட்னர் ஹிட்லருக்கு பயந்து ஜெர்மனியை விட்டு தப்பி வந்து ஸ்வீடனில் குடியேறினார். ஆனால் ஜெர்மனியில் தொடர்ந்து தங்கிய ஹான் 1938ஆம் ஆண்டு நவம்பர் மாத தன்னுடைய சோதனையின் முடிவில் நியூட்ரானால் தாக்கப்பட்ட யுரேனிய அணுவிலிருந்து பேரியத்தை (barium) (அணு எடை 56) பெற்றார். தன்னுடைய சோதனை முடிவை கொள்கை ரீதியாக விளக்க முடியாததால் ஸ்வீடனில் தங்கியிருந்த இலிசே மெய்ட்னருக்கு இந்த ஆய்வைப் பற்றி விளக்கமாகக் கடிதம் எழுதி உதவி செய்யுமாறு கேட்டுக்கொண்டார். இந்த கடிதம் கிடைத்த நாளில் இலிசே மெய்ட்னர் தன்னுடைய மருமகனும், நீல்ஸ் போரின் ஆய்வு மாணவனுமான ஓட்டோ பிரிஷ் (Otto Frisch) என்பவருடன் பனிபடர்ந்த பாதை ஒன்றில் நடந்து சென்று கொண்டிருந்தார். ஹானின் முடிவுகளுக்கு ஐன்ஸ்டினின் $E= mc^2$ என்ற சமன்பாட்டின் அடிப்படையில் இலிசே மெயிட்னர் விளக்கம் அளித்தார். மேலும் ஒரு யுரேனியம் பிளவுபட்டால் 200 மில்லியன் எலக்ட்ரான் வோல்ட் (electron volt) அளவு ஆற்றல் வெளிப்படும் என்றும் கணிதவியல் அடிப்படையில் கணக்கிட்டார். இந்த ஆற்றல் அளவு ஒரு சாதாரண வேதியியல் செயலினால் பெறப்படும் (அதாவது 5 எலக்ட்ரான் வோல்ட்) ஆற்றலைவிட 40 மில்லியன் மடங்கு அதிகம் என்றும் அவர் கணக்கிட்டார். இம்முடிவுகளை ஹானுக்கு தெரிவிக்கும் போது, இந்த ஆய்வின் பின்விளைவுகளையும் சிக்கல்களையும் கண்டு பயந்தார். ஹிட்லருக்கு இந்த ஆய்வு பற்றி தெரிந்தால் வரக்கூடிய பேரழிவை எண்ணி மிகவும் கவலையுற்றார். இந்த ஆய்வின் முடிவுகளை பிரசுரிக்கும் முன், இதைப் பற்றிய விவரங்கள் ஓட்டோ பிரிஷ் மூலம் நீல்ஸ் போருக்கு தெரிய வந்தது. அந்த நேரத்தில் அமெரிக்கா சென்ற நீல்ஸ் போர், வாய்த்தவறுதலாக இதைப் பற்றி ஒரு அமெரிக்க அறிவியல் நண்பருக்கு தெரிவிக்க, தகவல் நெருப்பு போன்று மிக விரைவாகப் பரவியது. (இந்த வாய்த் தவறுதலுக்காக நீல்ஸ்போர் தன்னுடைய வாழ்நாள் முழுவதும் மிகவும் வருத்தப்பட்டார் என்பது இங்கு குறிப்பிடத்தக்கது). ஹிட்லரை ஒழிப்பதற்காக அமெரிக்க இயல்பியல் அறிஞர்கள் அணுசக்தியைப் பயன்படுத்தி அணுகுண்டுகளை உடனே தயாரித்தனர் (விவரங்கள் பக்கம் 178ல்)

10) இந்தியாவில் பருப்பொருள் மற்றும் ஆற்றல் தொடர்பான அறிவியல் வரலாறு

பருப்பொருள் மற்றம் ஆற்றல் தொடர்பான குறிப்பிடத்தக்க செயல்முறை அறிவியல் ஆய்வுகள் பண்டைய மற்றும் இடைக்கால இந்தியாவில் மேற்கொள்ளப் படவில்லை. எனினும் கொள்கை ரீதியான, குறிப்பிடத்தக்க சிந்தனைகளும் கருத்துருக்களும் பண்டைய இந்தியாவில் மேற்கொள்ளப்பட்டன. இவற்றில் முக்கியமானவை அணுக்கொள்கை மற்றும் இயற்கை மூலங்கள் பற்றியவை. இந்தியச் சிந்தனையில் எழுந்த ஐந்து மூலங்கள் பற்றிய கருத்து கிரேக்க தத்துவஞானிகளுக்கு தெரியவந்துள்ளது பற்றி இங்கு சிறப்பாகக் குறிப்பிடப்படவேண்டும். இந்த ஐந்து மூலங்களும் பஞ்ச பூதங்கள் எனப்பட்டன. இவற்றைப் பற்றிய கருத்துருக்கள் உபநிடதங்களில் முதலில் எழுந்தன. பஞ்சபூத கருத்துரு இந்த அத்தியாயத்தின் ஆரம்பத்தில் விளக்கப்பட்ட கிரேக்க நாட்டு எம்பிடோகிள் (Empedocle) உருவாக்கிய நான்கு மூலக் கருத்துரு (four element concept) ல் இருந்து வேறுபட்டது. இந்தியாவின்

பஞ்சபூதங்கள் முறையே பிருதிவி (= நிலம்), அப்(=நீர்), தேஜஸ் (=நெருப்பு), வாயு(=காற்று) மற்றும் ஆகாசா (ஈதர் என்ற பொருளைக் குறிப்பதாக நம்பப்படுகிறது) ஆகும். ஒரு சில இந்திய தத்துவஞானிகள், முக்கியமாக வைசேசிகா (Vaisesika) தொகுதியைச் சார்ந்தவர்கள், இந்த ஐந்தைத் தவிர காலத்தையும், இடத்தையும் கூடுதல் மூலங்களாகக் கருதினர். இந்த பஞ்சபூதங்களின் பண்புகள் பின்வருமாறு : நிலம் - சத்தம், தொடு உணர்வு, நிறம், சுவை மற்றும் நாற்றம் (=மணம்); நீர் - சத்தம், தொடு உணர்வு, நிறம் மற்றும் சுவை; நெருப்பு - சத்தம், தொடு உணர்வு மற்றும் நிறம்; காற்று - சத்தம் மற்றும் தொடு உணர்வு; ஆகாயம் - சத்தம் மட்டும். புத்தர்களும் சமணர்களும் ஐந்து பூதக் கொள்கையை ஏற்கவில்லை; இவற்றில் முதல் நான்கை மட்டும் அவர்கள் ஏற்றனர்; ஆகாயத்தைப் பற்றி அவர்களின் படைப்புகள் கூறவில்லை.

வேதகால மக்களின் அணுக்கொள்கை, அணுவைப் பற்றிய நியாய-வைசேசிகா (Nyaya-Vaisesika) கருத்துருவை அடிப்படையாகக் கொண்டது. அணுவைக் குறிக்க அவர்கள் பயன்படுத்திய சொற்கள் அணு மற்றும் பரமாணு. பஞ்சபூதங்களில் ஆகாசத்தைத் தவிர மற்ற நான்கும் அணுக்களால் ஆன்வை. அணுக்கள் அழிக்க முடியாதவை, பிளக்க முடியாதவை, குறிப்பிட்ட பருமன் இல்லாதவை, எல்லா அணுக்களும் கோள வடிவானவை. ஆனால் அணுக்கள் ஒன்று சேர்ந்து குறிப்பிட்ட பருமனுடைய பருப்பொருட்களை உருவாக்கு கின்றன. அணுக்கள் எப்பொழுதும் இயக்க நிலையிலேயே (eternal motion) இருக்கின்றன. இதன் காரணமாக இரண்டு ஒத்த அணுக்கள் ஒன்றுசேர்ந்து ஒரு இரட்டை அணுவை (dyad or dvyanuka) உண்டாக்குகின்றன. ஆரம்பத்தில் புத்தமதம் அணுக்கொள்கையை ஏற்கவில்லை; புத்தமத சட்டங்களில் அணு கருத்துருப் பற்றி தகவல்கள் இல்லை. எனினும் பிற்கால புத்த மதத்தில் வேதகால அணுக் கொள்கையில் ஒருசில மாற்றங்கள் மேற்கொள்ளப்பட்டு ஏற்கப்பட்டது. இவற்றில் முக்கியமான மாற்றங் கள் பின்வருமாறு : அணுக்கள் தொடர்ந்து மாறிக் கொண்டே இருக்கும்; நிலையானவையல்ல; அவையே விசையாகவோ ஆற்றலாகவோ செயல்படுகின்றன.

படம் IV.9. சர்.சி.வி.இராமன்

பண்டைய காலத்திற்குப் பின்பு 20ஆம் நூற்றாண்டு வரையில் இந்தியாவில் இயல்பியல் ஆய்வுகள் ஏறத்தாழ காணப்படவே இல்லை. 1895ஆம் ஆண்டு J.C.போஸ் (J.C.Bose) என்பவர் தான் இந்தியாவில் மீண்டும் இயல்பியல் ஆய்வினைத் தொடங்கியவர். இவர் மின் அலைகள் பற்றியும் அவை பருப் பொருளுடன் மேற்கொள்ளும் இடைவினைகள் பற்றியும் ஆய்வு செய்தார். மின் அலைகளின் ஒளியியல் பண்புகள் பற்றி, முக்கியமாக ஒளி முனைவு (Polarization of light) பற்றி, இவருடைய ஆய்வுகள் அமைந்தன. இவர் டேவி மற்றும் பாரடேவின் ஆய்வுக் கூடத்தில் ஆய்வு செய்து

மின்னியல் பற்றி குறிப்பிடத்தக்க ஆய்வுக் கட்டுரைகளை பிரசுரித்துள்ளார். இவர்தான் கொல்கத்தாவில் உள்ள போஸ் நிறுவனத்தை (Bose Institute) தொடங்கியவர். சத்யேந்திரநாத் போஸ் (Satyendra Nath Bose) 1922ல் மேற் கொண்ட ஆய்வுகள் மிகப் பிரபலமானவை. ஃபோட்டான்கள் (= ஒரு வரம்பிற்குள் அடைக்கப்பட்ட ஒளித்துகள்கள்) எவ்வாறு செயல்படுகின்றன என்று புள்ளியியல் மூலம் விளக்கம் கொடுத்தது ஒரு புதிய ஆய்வுத் துறையையே (Bose - Einsteen statistics) உதவியது. ஒரு சிறிய தொகுதியில் (microsystem) சிப்பக் கொள்கையின் விதிகளின்படி எப்படி ஃபோட்டான்கள் செயல்படுகின்றன என்ற மிக முக்கியமான ஆய்வினை போஸ்-ஐன்ஸ்டீன் புள்ளியியல் விளக்குகிறது.

இந்தியாவின் மற்றொரு சிறந்த இயல்பியல் அறிஞர் சர்.சி.வி. இராமன் அவர்கள் ஆவர் (படம் IV.8). இவர் கண்டுபிடித்த இராமன் விளைவு (Raman effect) இவருக்கு 1930ஆம் ஆண்டின் இயல்பியலுக்கான நோபல் பரிசினைப் பெற்றுத் தந்தது. ஒளி எவ்வாறு சிதறுகின்றது (scattering) என்றும் ஒரு பொருளை ஒருநிற ஒளியின் (monochromatic light) மூலம் தாக்கும் போது சிதறும் கற்றைகளில் உண்டாகும் நிற நிரல் கோடுகள் பொருளுக்கு ஏற்ப தனித்தன்மை வாய்ந்தவை என்பதால், இராமன் விளைவு மூலக்கூறுகளின் உள்ளமைப்பை அறிய மிகவும் பயன்படுகிறது.

இந்தியா பெருமைப்படக் கூடிய மற்றொரு அறிவியல் சாதனை, அணுசக்தித் துறையில் ஏற்பட்டுள்ள முன்னேற்றம்தான். அணுசக்தியை ஆக்கபூர்வமான முயற்சிகளுக்கு பயன்படுத்துவதில் இந்தியா குறிப்பிடத்தக்க முன்னேற்றத்தை அடைந்துள்ளது. 1950ஆம் ஆண்டு நிறுவப்பட்ட அணுசக்திக் குழு (Atomic energy commission) இந்தியாவில் பல அணு உலைகளை நிர்மாணித்தது. இம்முயற்சியில் ஹோமி பாபா மேற்கொண்ட முயற்சிகள் மிகவும் போற்றுதலுக்கு உரியன.

V

உயிரும் அதன் மர்மங்களும்

1) உயிரின் தோற்றம்

பன்னெடுங் காலமாகவே உயிரின் தோற்றம் (origin of life) பற்றிய பிரச்சனையை உயிரியல் அறிஞர்கள் எதிர்கொண்டுள்ளார்கள். உயிர் எவ்வாறு தோன்றியது? எங்கிருந்தாவது வந்ததா அல்லது இப்புவியிலேயே தோன்றியதா? உயிர் பற்றிய இதுபோன்ற பல வினாக்களுக்கு இன்னும் விடை தெரியவில்லை. உயிர் கடவுளால் படைக்கப்பட்டது என்றும் (creation theory), தன்னிச்சையாகத் தோன்றியது (spontaneous origin) என்றும், வேறுகோளில் தோன்றி புவிக்கு இடம் பெயர்ந்தது என்றும் வெவ்வேறு கருத்துக்கள் நிலவி வருகின்றன.

17ஆம் நூற்றாண்டு வரை, புழுக்கள், பூச்சிகள், ஈக்கள், எலிகள் போன்றவை தன்னிச்சையாக சிறுநீர், மலம், குப்பை, கூளம் போன்ற பொருட்களிலிருந்து தோன்றின என்று மக்கள் நம்பி வந்தனர். மருத்துவரும் இரசவாதியுமான ஃபான் ஹெல்மாண்ட் (Van Helmont) என்பவர் எலிகளை வீட்டின் பின்புறத்தில் உண்டாக்குவதற்கென்றே ஒரு தனியான தயாரிப்புக் கலவையை (recipe) கொடுத்துள்ளார். இக் கலவையில் தவிடு மற்றும் பழைய துணிகள் அடங்கும். இக்கலவையை ஒரு ஜாடியில் அடைத்து அதை மூடாமல் ஒரு இருட்டான இடத்தில் வைத்துவிட்டால், தன்னிச்சையாக அதில் எலிகளை உருவாக்கலாம் என்று அவர் கூறினார். ஆனால் உயிரின் தன்னிச்சை தோற்றத்தை முதன்முதலில் அறிவியல் கண்ணோட்டத்தில் ஆய்வு செய்தவர் இத்தாலி நாட்டு மருத்துவர் ஃபிரான்செஸ்கோ ரெடி (Francesco Redi) *(1626-1698)* என்பவராவர். அவர் பல எளிய, ஆனால், நன்றாகத் திட்டமிட்ட சோதனைகளின் மூலம் உயிர் தன்னிச்சையாக தோன்றாது என்று மக்களுக்கு எடுத்துரைத்தார். ஒரு சோதனையில், அவர் பெரிய ஜாடிகளில் இறந்துபோன பாம்புகள், மீன்கள் மற்றும் மாட்டிறைச்சி போன்றவைகளை நிரப்பி, ஒரு சில ஜாடிகளை மிக நன்றாக மூடியும் வேறு சில ஜாடிகளைத் திறந்தும் வைத்தார். மூடிய ஜாடிகளில் புழுக்கள் தோன்றவில்லை. திறந்து வைக்கப்பட்ட ஜாடிகளில் புழுக்கள் தோன்றின. இந்த சோதனைகளின் அடிப்படையில், பிராணிகளின் மாமிசத்தில் இருந்து புழுக்கள் தோன்றுவதில்லை என்றும், அவற்றின் மேல் பூச்சிகளின்

முட்டைகள் வைக்கப்பட்டால் தான் அவை பொறிந்து புழுக்கள் தோன்றுகின்றன என்றும் அவர் வலியுறுத்தினார். எனினும், உயிர் தன்னிச்சையாகத் தான் தோன்றுகிறது என்ற கருத்தை பெருவாரியான மக்களிடமிருந்து நீங்கவில்லை.

நுண்நோக்கி (microscope) வடிவமைத்த பின் பல நுண்ணுயிர்கள் தொடர்ந்து கண்டு பிடிக்கப்பட்டன. இதன் காரணமாக தன்னிச்சைத் தோற்றக் கொள்கையைப் பற்றிய விவாதம் மீண்டும் ஏற்பட்டது. நுண்ணுயிர்கள் பலவற்றை கண்டுபிடிக்க காரணமாக இருந்த இலேவென்ஹுக் (Leeuwenhoek) அவர்களே தன்னிச்சைத் தோற்ற கொள்கையை ஆதரிக்காத நிலையிலும் (நுண்ணுயிர்கள் அவற்றின் பெற்றோர்களிடமிருந்து தான் தோன்றுகின்றன என்ற கருத்தை அவர் கொண்டிருந்தார்), 18ஆம் நூற்றாண்டில் பிரான்ஸ் நாட்டைச் சேர்ந்த பூஃபன் (1707-1788), ஜான் நீட்ஹாம் (John Needham) (1713-1781) போன்றோர் விடாப்பிடி யாகத் தன்னிச்சை தோற்றக் கொள்கையை ஆதரித்து வந்தனர். ஜான் நீட்ஹாமின் கருத்துப்படி பிராணிகளும் தாவரங்களும் இறந்தபின் அவை சிதைந்து ''ஒருவகையான பொது விந்து'' (a kind of universal semen) அல்லது ''எல்லாவற்றிற்கும் மூலமான'' (a source of all) பொருள் ஏற்படுகிறது; பின்பு இதிலிருந்து தன்னிச்சையாக உயிர்கள் தொடர்ந்து உண்டா கின்றன. இதைத் தொடர்ந்து ஸ்பலன்ஜானி (Spallanzani) (1729 - 1799), நீட்ஹாமின் சோதனைகளை தகுந்தக் கட்டுப்பாட்டு (controls) சோதனைகளுடன் மீண்டும் செய்தார். மாமிச சாறு நிரப்பிய வெவ்வேறு ஜாடிகளை வெவ்வேறு காலங்களுக்கு கொதிக்க வைத்தார். ஒருசில நுண்ணுயிரிகளால் குறைந்த காலம் கொதிக்க வைத்த மாமிச சாற்றின் வெப்பத்தைக் கூட தாங்க முடியவில்லை; இந்த நுண்ணுயிரி கள் இனப்பெருக்கம் அடையவில்லை. வேறுசில நுண்ணுயிரிகள் அந்த வெப்ப அளவை தாங்கும் சக்தி கொண்டிருந்ததால் அவை இனப்பெருக்கம் செய்ய முடிந்தது. இந்த இரண்டாவது வகை நுண்ணுயிரிகள் தன்னிச்சை யாகத் தோன்றுவது போன்று காட்சியளித்தா லும், அவை ஏற்கனவே மாமிச சாற்றில் இருந்த பெற்றோர் நுண்ணுயிரிகளிடமிருந்து தோன்றி யவை. இச்சோதனைகளின் அடிப்படையில் தன்னிச்சையாக உயிர்கள் தோன்றாது என்று அவர் வலியுறுத்தினார். எனினும், ஜோசப் இலூயி கே-லூசாக் போன்ற அறிவியல் அறிஞர்கள் ஸ்பலன்ஜானியின் சூடாக்கப் பட்ட ஜாடிகளில் ஆக்ஸிஜன் பற்றாக்குறையி னால் தான் தன்னிச்சையாகத் தோன்றிய நுண்ணுயிரிகள் தொடர்ந்து உயிர் வாழ முடியவில்லை என்று கருதினார்கள். இதன் காரணமாக தன்னிச்சை உயிர் தோன்ற லுக்கு எதிராக ஸ்பலன்ஜானியின் நேரடியான ஆதாரங்கள் இருந்தபோதும், அந்த கருத்து தொடர்ந்து நம்பப்பட்டு வந்தது. கடைசியில், 1885ஆம் ஆண்டு இலூயி பாஸ்டர் மேற் கொண்ட சோதனைகளின் மூலம் தன்னிச்சை உயிர் தோன்றல் கொள்கை முழுவதும் நிராகரிக்கப்பட்டது.

உயிர் தோன்றியபோது அவசியம் தேவைப்படுவதாகக் கருதப்பட்ட ஒருசில வேதியப் பொருட்களைப் பரிசோதனைகள் மூலம் செயற்கையாக உண்டாக்குவதற்கான முயற்சிகள் 1950ஆம் ஆண்டுகளில் மேற் கொள்ளப்பட்டன. அமெரிக்காவின் சிகாகோ பல்கலைக்கழகத்தின் வேதியியல் அறிஞரும், டியூடிரியம் (deuterium) என்ற கன ஹைட்ரஜனை (heavy hydrogen) கண்டுபிடித்தற்காக நோபல்பரிசு பெற்றவருமான H.C. யூரே (H.C.Urey) 1893-1981) இத்தகைய ஆய்வினை முனைவர் பட்டத்திற் காக எடுத்துக் கொள்ளுமாறு தன்னுடைய ஆராய்ச்சி மாணவரான ஸ்டான்லி இலாயிட் மில்லர் (Stanley Lioyd Miller) என்பவருக்கு பணித்தார். பின்வரும் ஒருசில ஆரம்பக்கட்ட ஊகங்களின் அடிப்படைகளில் இவர்கள் இருவரும் ஆய்வினைத் தொடங்கினர்: (i) இந்த புவியில் உயிர் தோன்ற ஆரம்பித்த காலத்தில் காணப்பட்ட வளிமண்டலச் சூழல் தற்போ துள்ள வளிமண்டலச் சூழலில் (atmosphere)

இருந்து வேறுபட்டிருந்தது (ii) ஆரம்பக்கால வளிமண்டலம் பெரும்பாலும் ஹைட்ரஜன் பெற்றுள்ள வாயுக்களான மீதேன் மற்றும் அம்மோனியாவால் ஆனது; நீராவி இருந்திருக்கலாம் என்று எண்ணப்படுகிறது (iii) இந்த வாயுக்களினால் ஆன பெரு முகில்கள் புவியின் கொந்தளிப்பான வளிமண்டலத்தில் அடிக்கடி மின்னல்களால் தாக்கப்பட்டன. (iv) வாயு மூலக்கூறுகளும், நீராவியும் சூரியனின் புறஊதா (UV) கதிர்களின் தாக்குதல்களுக்கும், மின்னல்களின் மின்னூட்டத்திற்கும் உட்படுத்தப்பட்டு பல அங்கக மூலக்கூறுகளை உண்டாக்கின. அந்தக் காலக் கட்டத்தில் வளிமண்டலத்தில் ஓசோன் படலம் (Ozone layer) உண்டாகவில்லை[1]; இதனால் சூரியனின் புறஊதாக் கதிர்களின் தாக்கம் அதிகமாக இருந்தது. (vi) இவ்வாறு உண்டாக்கப்பட்ட அங்கக மூலக்கூறுகள் மழையோடு சேர்ந்து ஆழம் அதிகமில்லாத புவியின் கடற்பகுதிகளில் விழுந்து அங்கு ஒன்றோடு ஒன்று சேருவதற்கும், இணைவதற்கும் வாய்ப்பு ஏற்பட்டது. இவற்றின் இணைவால் நீண்ட, ஓரளவு சிக்கலான பெப்டைடு (peptide), அமினோ அமிலங்கள் (amino acids) போன்றவை முதலிலும், பின்பு இன்னும் சிக்கலான புரதங்களும் (proteins), நூக்லிய அமிலங்களும் (nucleic acids) தோன்றின.

மில்லரும், யூரேயும் தம்முடைய சோதனையில் புவியின் ஆரம்பக்கால வளிமண்டலத்தை உருவாக்கினர். அதனை மின்னல் போன்று மின் ஊட்டத்தையும், புறஊதாக் கதிர்களையும் கொண்டு தாக்கினர். சோதனையின் ஆரம்பத்தில் அவர்கள், இரண்டு மிக எளிய அமினோ அமிலங்கள் உட்பட ஒரு சில எளிய அங்கக மூலக்கூறுகளையும் (organic molecules), பின்பு ஒருசில சிக்கலான அங்ககப் பொருட்களையும், சோதனையை மேலும் நீட்டிக்கும் போது, மேலும் பல அமினோ அமிலங்களையும் பெற்றனர். யூரேயும் மில்லரும் எந்த புதிய உயிரினங்களையும் உருவாக்கவில்லை என்றாலும், உயிரினங்களின் வேதியப் பொருட்கள் பலவற்றை சோதனைகள் மூலம் உருவாக்கினார்கள் என்பது குறிப்பிடத்தக்கது. 1960ஆம் ஆண்டுகளின் முடிவில் யூரே மற்றும் மில்லரின் கருத்துக்கள் மேலும் வலுப்பெற்றன. வெளி வளிமண்டலத்தின் (outer space) முகில்களில் பல சிக்கலான மூலக்கூறுகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. 1970ஆம் ஆண்டு சிரில் பொன்னம்பெருமா (Cyril Ponnamperuma) என்ற ஸ்ரீலங்காவின் உயிர்-வேதியியல் நிபுணர் கிளைசைன் (Glycine), ஆலனைன் (Alanine), குளுடாமிக் அமிலம் (Glutamic acid), வேலைன் (Valine) மற்றும் புரோலைன் (proline) ஆகிய ஐந்து அமினோ அமிலங்களின் இருப்பை செப்டம்பர் 28, 1969ஆம் ஆண்டு ஆஸ்திரேலியாவில் இறங்கிய ஒரு விண்வீழ்கல்லில் (meteorite) கண்டுபிடித்தார். இவை அனைத்தும் நிச்சயமாக யூரே மற்றும் மில்லர் கூறியவாறு, உயிர்-வேதிய முறையில் இல்லாமல், வேறுவகையில் தோன்றியிருக்க வேண்டும்.

யூரே மற்றும் மில்லரின் கருத்துப்படி, அமினோ அமிலங்கள் உட்பட எளிய அங்கக மூலக்கூறுகள் வளிமண்டலத்தில் தோன்றி மழையோடு சேர்ந்து புவியின் ஆழமற்ற கடலில் விழுகின்றன. இங்குதான் (கடலில் தான்) முதல் உயிர் தோன்றியிருக்க வேண்டும் என்று பெரும்பாலான அறிஞர்கள் கருதுகின்றனர்.[2] அனாக்சிமேண்டர் என்ற கிரேக்க தத்துவஞானி

---

1. ஓசோன் படலம் ஏறத்தாழ 2.6 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்பாக இருந்ததற்கான ஆதாரம் தற்பொழுது கிடைத்திருக்கிறது; அதனால் அப்பொழுது ஆக்ஸிஜனும் இருந்திருக்க வேண்டும்.

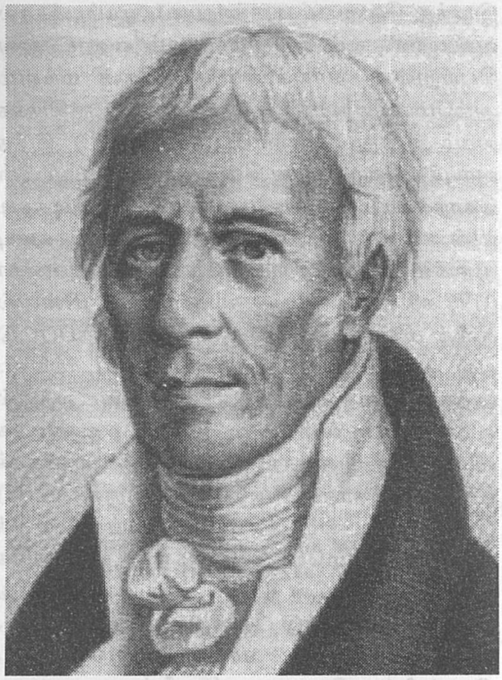
2. தற்போதைய ஆய்வின்படி நிலத்திலும் உயிர் தோன்றியிருக்க வாய்ப்பு இருந்திருக்கிறது என்றும், ஆனால் இந்நிகழ்ச்சி கடலில் உயிர் தோன்றிய காலத்தைவிட சற்று பின்னால் நடந்திருக்க வேண்டும் என்றும் தெரிய வருகிறது. உயிர் 2.2 பில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்பு நிலத்திலும் 3.8 பில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்பு கடல் நீரிலும் தோன்றியிருக்க வேண்டும்.

தான் உயிர் முதன்முதலில் கடலில்தான் தோன்றியிருக்க வேண்டும் என்று கூறியவர். ஆரம்பத்தில் (3.8 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்பு) மிக எளிய உயிரினங்கள் தான் தோன்றியிருக்க வேண்டும் என்றும் பெரும்பாலும் நம்பப்படுகிறது. ஒபாரின் (Oparin) என்ற இரஷ்ய அறிவியல் அறிஞர் முதல் உயிர் எப்படி தோன்றியிருக்க வேண்டும் என்பதற்கான விளக்கத்தை 1920ஆம் ஆண்டுகளில் எடுத்துரைத்தார். கடலில் மழையோடு வீழ்ந்த எளிய அங்கக மூலக்கூறுகள் ஒன்றாகத் திரண்டு ஒரு மெல்லிய உறையால் சூழப்பட்டன என்றும் இந்த அமைப்பை கோ-அசர்வேட் (Co-acervate) என்று அழைக்கலாம் என்றும் அவர் எடுத்துரைத்தார். இவைதான் உயிரினங்களின் செல்லுக்கு (cell) முன்னோடி என்றும் அவர் கருதினார். இந்தக் கருத்தை J.B.S. ஹால்டேன் (J.B.S.Haldane) ஆதரித்தார். கோ-அசர்வேட்டுக்கு இவர் ''மூலமுதலான கஞ்சி'' (Primordial soup) என்று பெயரிட்டார். ஆரம்பத்தில் கடலில் தோன்றிய உயிர் பின்னால் நிலத்திற்கு இடம்பெயர்ந்தது என்று A.H.சர்ச் (A.H.Church) என்பவர் தன்னுடைய ''இடப்பெயர்ச்சி கொள்கை'' (Transmigration hypothesis) மூலம் வலியுறுத்தினார். இந்த இடப்பெயர்ச்சி சைல்யூரியன் (Silurian) யுகத்தில் முதன்முதலில் ஏற்பட்டது என்றும் ஆரம்பத்தில் நீர் நிறைந்த சதுப்பு நிலத்திற்கு கடல் உயிரிகள் தாவின என்றும் சர்ச் கருதினார்.

உயிரின் தோற்றத்திலுள்ள ஒருசில மர்மங்கள் இன்றும் விளக்கமுடியாமலேயே இருக்கின்றன என்பது தெளிவு. இதற்காகவே ஹார்வர்டு பல்கலைக்கழகம் "Origins of life in the Universe initiative" என்ற மிகப் பெரிய ஆய்வுத் திட்டத்தை தற்போது (2005) துவக்கியுள்ளது என்பது குறிப்பிடத்தக்கது.

2) உயிர் மற்றும் உயிரிகளின் பரிணாமம்

உலகின் பல்வேறு உயிரினங்கள் கடவுளால் படைக்கப்பட்டவை என்ற கருத்து பன்னெடுங்காலமாகவே மக்களிடையே நிலவி



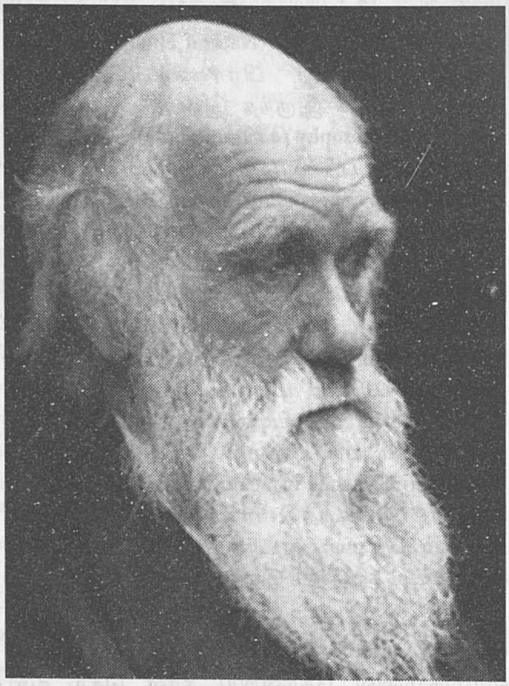
படம் V.1. இலமார்க்

வருகிறது. இக்கருத்தினைதற்பொழுது ''கூர்மதி உருவரை கொள்கை'' (Theory of Intelligent design) என்று கூறுகின்றனர். புவியில் உள்ள உயிரின வகைகள் மிக மிக சிக்கலானவை என்றும், இத்தகைய சிக்கல்களைப் பரிணாமம் உருவாக்கியிருக்க முடியாது என்றும், ஏதோ ஒரு தெய்வீக சக்தி (divine force) தான் உருவாக்கியிருக்க முடியும் என்றும் இக்கொள்கை வலியுறுத்துகிறது. கடவுள் ஒவ்வொரு உயிரினத்தையும் எப்படி உருவாக்கினாரோ அதே நிலையிலும் உருவத்திலும் தான் அவை இன்றும் இருந்து வருகின்றன என்றும் இக்கருத்து மேலும் வலியுறுத்துகிறது. இந்த உருவரை (design) ஒரு ஏணி அல்லது சங்கிலித்தொடர் போன்றது என்றும், இதில் ஒவ்வொரு உயிரினமும் ஒரு படி போன்றோ ஒரு இணைப்பு (link) போன்றோ தனக்கென்று குறிப்பிட்ட இடத்தில் அமைந்துள்ளன என்றும்

இக்கொள்கை வலியுறுத்துகிறது. ஒரு சிறந்த சங்கிலித் தொடர் (Great chain of being) போன்று எல்லா உயிரினங்களும் இடம், உருவம் மாறாமல் அந்த சங்கிலியின் அங்கங்களாகத் திகழ்கின்றன. இந்த சங்கிலியின் ஆரம்ப இணைப்பாக உயிரற்ற பொருட்களும், முடிவாக கடவுளும் அமைக்கப்பட்டு, இடையில் பல்வேறு உயிரினங்கள் அவற்றிற்கு என்று நிர்ணயிக்கப்பட்ட இடத்தில் இணைப்புகளாக மாறாமல் திகழ்கின்றன. உயிரினங்களில் மிக எளிமையானவை சங்கிலியின் ஆரம்ப இணைப்புகளாகவும், சிக்கலானவை முடிவிலும் வைக்கப்பட்டுள்ளன. மேலும், எந்த இணைப்பும் (புதிய உயிரினங்களும்) இந்த சங்கிலியில் புதிதாகச் சேர்க்கப்படவில்லை; அதாவது கடவுளால் எந்த புதிய உயிரினமும் படைக்கப்படவில்லை என்றும் இக்கொள்கை வலியுறுத்துகிறது. *19ஆம்* நூற்றாண்டின் ஆரம்பத்தில் தான் இந்த ''சிற்றினங்களின் நிலைத்தன்மையும்'' (fixity of species), உயிரிகளின் பரிணாமமும் மிகவும் தீவிரமாக விவாதிக்கப்பட்டன. இந்த விவாதம் ஜீன்-பாப்டிஸ்ட் டி மோனே டி இலமார்க் (Jean Baptiste de Monet de Lamarck) *(இலமார்க் என்று பொதுவாக அழைக்கப்பட்டவர்) (1744-1829)* (படம் V.1) என்பவராலும், அவருடைய மிகப் பெரிய எதிரியான ஜியார்ஜஸ் கூவியர் என்பவராலும் தொடங்கப்பட்டது. இருவருமே பிரான்ஸ் நாட்டைச் சேர்ந்தவர் ஆவர்.

இயற்கையின் விதிகளுக்கு உட்பட்ட, ஆனால் தெய்வீக செயல்களுக்கு அப்பாற்பட்ட மாற்றங்கள், உயிரின உலகில் ஏற்படலாம் என்ற எண்ணத்திற்கு முதன்முதலில் மக்களின் மனதைத் திசைத்திருப்பிய பெருமை இலமார்க்கினைத் தான்சேரும் என்று பின்னால் சார்லஸ் டார்வின் குறிப்பிட்டது மிகவும் உண்மை. இலமார்க் தான், சிற்றினங்களின் பண்புகளும் சங்கிலியில் அமைந்துள்ள இடமும் நிலையானவையல்ல என்றும், இவை சந்ததிக்கு சந்ததி மாற்றம் அடையவில்லையெனினும் காலத்திற்கேற்ப மாறுதலடையும் என்றும் முதன்முதலில் எடுத்துக்காட்டினார். பாரிஸ் நகரின் அரசு இயற்கை வரலாற்று அருங்காட்சியகத்தில் (Natural History Museum) முதுகெலும்பற்ற பிராணிகள் பிரிவில் பேராசிரியராக இருந்த இவர், தன்னுடைய **Zoological Philosophy** *(= பிராணியியல் தத்துவம்)* என்ற நூலில், பரிணாமத்தின் இரண்டு முக்கியக் காரணிகள் என்று தான் நம்பியவற்றை *1809ஆம்* ஆண்டு வலியுறுத்தியுள்ளார் : (i) ஒவ்வொரு உயிரியும் (organism) தன்னை விட உயர்ந்த உயிரியாக மாறுவதற்கான அடிப்படைப் போக்கினை (tendency) கொண்டுள்ளன; இயற்கையே மேலும் மேலும் சிக்கலான அமைப்பை பெற முயல்கிறது. (ii) தன் வாழ் நாளில் பெறப்பட்ட பண்புகளை ஒரு உயிரினம் பாரம்பரிய பண்புகளாக ஏற்றுக் கொள்ளுகின்றன (interitance of acquired characters) என்ற கருத்து; இக்கருத்தினால் தான் இலமார்க் மிகவும் பிரபலமடைந்தார்; மிகவும் குறை கூறப்பட்ட கருத்தும் இதுதான்.

உயிர் தன்னிச்சையாகத் தோன்றியது என்றும், உயிரிகள் அனைத்தும் தம்முடைய வாழ்சூழலில் தோன்றிய நாள் தொடங்கி படிப்படியான மாற்றங்களைப் பெற்று வருகின்றன என்றும் இலமார்க் கருதினார். இந்த மாற்றங்கள் உயிரிகள் தம்முடைய பகுதிகள் அல்லது உறுப்புகளைத் தொடர்ந்து பயன்படுத்துவதாலோ (use) அல்லது பயன்படுத்தாமல் (disuse) இருப்பதாலோதான் ஏற்படுகின்றன என்பது இலமார்க்கின் முக்கியமான கருத்தாகும். இதனை, பயன்படுத்தும் மற்றும் பயன்படுத்தாக் கொள்கை (Theory of use and disuse) என்றும் கூறுவர். ஒட்டகச்சிவிங்கி தன்னுடைய கழுத்தைத் தொடர்ந்து பயன்படுத்தி உயரத்திலுள்ள மர இலைகளை உணவாகக் கொண்டதால் தான் அதன் கழுத்து பரிணாமம் அடைந்து நீளமாக மாறியது என்பதை ஒரு உறுப்பு தொடர்ந்து பயன்படுத்துவது மூலம் எவ்வாறு மாறுகிறது என்பதற்கும், பாம்பு தன்னுடைய கால்களைத் தொடர்ந்து பயன்படுத்தாமல் போனதால் எவ்வாறு இழந்தது என்பதற்கும் எடுத்துக்காட்டுகளாகக் கூறலாம். இக்கொள்கையை பலர் எதிர்த்தனர்; பலர் ஏற்க



படம் V.2. சார்லஸ் டார்வின்

மறுத்தனர். இலமார்க் தன்னுடைய வயதான காலத்தில் குருடராகிவிட்டார். இதைப் பற்றி இலமார்க்சிடம் அவருடைய எதிரியான கூவியர் கேலியாக குறிப்பிட்டார் : ''நீங்கள் இயற்கையைப் பற்றி அறிய உங்களுடைய கண்களைத் தொடர்ந்து சரியாகப் பயன்படுத்தாத காரணத்தால் தான், அவை தம்முடைய செயலை இழந்து பயனற்றதாகிவிட்டன''.

இந்தப் புவியில் உயிரிகளின் பரிணாமத்தை விளக்க ஜார்ஜஸ் கூவியர் என்ற தொல்லுயிர் வல்லுநர் பேரழிவுக் கொள்கையை (catastrophism theory) உருவாக்கினார். இந்த உலகின் உயிரிகளின் வரலாற்றை உற்று நோக்கும் போது அவ்வரலாறு படைப்புகள் (creations) மற்றும் அழிவுகள் (extinctions) நிகழ்ச்சிகளின் தொகுப்பாக உள்ளது என்று அவர் கருதினார். ஒவ்வொரு புதிய படைப்பும் பழையனவற்றை விட மிகவும் நவீனமாக இருந்தது என்றும் அவர் கருதினார். எனவே, அவருடைய கருத்துக்கள் பரிணாம கருத்துருவுக்கு எதிரானவையாகவும், பைபிளில் கூறப்பட்ட படைப்புக் கொள்கைக்கு ஆதரவானவையாகவும் திகழ்ந்தன. இலமார்க் கூவியர் ஆகிய இருவருமே தம்முடைய தவறான கருத்துகளுக்காகத் தான் அதிகமாக அறியப்பட்டவர்கள் என்பது இங்கு குறிப்பிடத்தகுந்தது. எனினும் *1980*ஆம் ஆண்டு பேரழிவுக் கொள்கையை வால்டர் ஆல்வாரெஸ் (Walter Alvarez) மீட்கொணர்ந்தார். இவரின் குறுங்கோள் கொள்கைப்படி (asteriod theory), புவி அடிக்கடி குறுங்கோள்களால் தாக்கப்படுகின்றது என்றும், அப்பொழுது புவியின் பெரும்பாலான உயிரினங்கள் அழிந்து விடுகின்றன. இக்கொள்கைக்கு டேவிட் R. இரௌப் (David R.Raup) என்பவரும் J.ஜான் செப்கோவ்ஸ்கி Jr. (J.John Sepkowski Jr.) என்பவரும் ஆதரவு அளித்துள்ளனர்.

*19*ஆம் நூற்றாண்டில் பரிணாமம் தொடர்பான விவாதங்கள் தொல்லுயிர் வல்லுநர்கள், உயிரியல் அறிஞர்கள், புவியியல் நிபுணர்கள் ஆகியவர்களிடையே மிகுந்த அளவில் நிலவி வந்தன. அதே சமயத்தில் பரிணாமம் பற்றிய எந்த கருத்தும் மதவாதிகளிடமும் மதநம்பிக்கை கொண்ட மக்களிடமும் மிகுந்த எதிர்ப்பையும் கிளர்ச்சியையும் ஏற்படுத்தின. இலயல் (Lyell) என்ற மிகச் சிறந்த புவியியல் நிபுணர், பரிணாமக் கொள்கையில் நம்பிக்கை கொண்டிருந்தாலும், அது மதவாதிகளைக் கோபத்திற்கு உள்ளாக்கும் என்று கருதித் தன்னை நேரடியாக அதில் ஈடுபடுத்திக் கொள்ளவில்லை. ஆனால் அவர் சார்லஸ் டார்வினை *(1809-1882)* (படம் V.2) மறைமுகமாக ஆதரித்தார். HMS Beagle என்ற கப்பலில் தன்னுடைய ஐந்து ஆண்டு பயணத்தை *1831*ஆம் ஆண்டு டிசம்பர் *27*ஆம் நாள் தொடங்கினார். இந்தப் பயணம் பிரிட்டன் அரசால் தென் அமெரிக்காவின் கரையோரப் பகுதிகளை வரைப்படமாகத் தயாரிக்கவும், அப்பகுதிகளின் தீர்க்கரேகைகளைக் குறிக்கவும் ஏற்பாடு செய்யப்பட்டது. டார்வின் இப்பயணத்தின் உயிரியல் அறிஞராக இடம்பெற்றார்.

இலையல் எழுதிய **Principles of Geology** *(= **புவியியலின் அடிப்படைகள்**)* என்ற நூலை தன்னுடன் டார்வின் எடுத்துச் சென்றார். தன்னுடைய எல்லா குறிப்புகளையும், முக்கிய மாக காலபகாஸ் (Galapagos) தீவுகளின் 13 வெவ்வேறு வகை ஃபின்ச் (finch) பறவைகளில் *(டார்வின் ஃபின்ச்கள் என்று தற்பொழுது அழைக்கப்படுகின்றன)* காணப்படும் பண்பு களையும் *(குறிப்பாக அவற்றின் அலகுகளில் காணப்படும் வேறுபாடுகள்)* அவர் ஐந்து பகுதிகள் கொண்ட தன்னுடைய நூலில் விளக்கி யுள்ளார். இந்த ஐந்து பகுதி நூலை எழுதி முடிக்க அவருக்குக் கப்பல் பயணம் முடிந்து பத்து ஆண்டுகள் ஆயின.

பயணம் முடிந்து 1836ஆம் ஆண்டு திரும்பிய டார்வின் ஃபின்ச் பறவைகளில் காணப்படும் வேறுபாடுகள் பற்றியே சிந்தித்துக் கொண்டிருந்தார். இவற்றைச் சரியான முறையில் விளக்குவதற்கு மிகவும் அல்லலுற்றார். 1838ஆம் ஆண்டு இங்கிலாந்து நாட்டு பொருளாதாரத் துறை நிபுணர் தாமஸ் இராபெர்ட் மால்தூஸ் (Thomas Robert Malthus) (1776-1834) எழுதிய An Essay on the Principle of Population *(= மக்கள் தொகை அடிப்படை பற்றிய கட்டுரை)* என்ற கட்டுரையின் கருத்துக்களால் டார்வின் மிகவும் கவரப்பட்டார். இந்தக் கட்டுரையில், மக்கள் தொகை அதிகரிப்பு பெருக்கல் முறையிலும் (geometrically) *(எடுத்துக்காட்டாக 2, 4, 8, 16, 32....)*, மக்கள் தொகையைத் தாங்க தேவையான பொருட்களின் அதிகரிப்பு கூட்டல் முறை யிலும் *(எடுத்துக்காட்டாக 1, 2, 3, 4, 5.....)* ஏற்படுகின்றன என்றும் மால்தூஸ் எடுத்துக் காட்டினார். இயற்கையின் தேர்வு விசைகளான (Selection forces) மனித கூட்ட நெருக்கம், (over-crowding), நோய்கள், போர், ஏழ்மை, தீய ஒழுக்கங்கள் போன்றவை தகுதியற்ற மக்களைக் களையெடுத்து, தகுதியான மக்களை மட்டும் தொடர்ந்து வாழத் தேர்ந்தெடுக்கின்றன என்றும் மால்தூஸ் எடுத்துக் கூறினார். இலையல் மற்றும் மால்தூஸ் போன்றவர்களின் கருத்துக்களால் உந்தப்பட்ட டார்வின் மிகத் தகுதி வாய்ந்த சிற்றினங்களை இயற்கையே தேர்வு செய்கிறது என்ற ''இயற்கைத் தேர்வுக் (Natural Selection) கொள்கைக் கருத்துருவை உருவாக்கினார். இயற்கையால் தேர்வு செய்யப்பட்ட சிற்றினங் கள் மட்டும் இனப்பெருக்கம் செய்து தான் பெற்ற புதிய தேர்வு பண்புகளைப் (Selection characters) புதிய சந்ததிக்குப் பரிமாற்றம் செய்கின்றன என்ற கருத்துருவையும் டார்வின் உருவாக்கினார். இந்தக் கருத்துருக்களின் அடிப்படையில் தன்னுடைய பரிணாமக் கொள்கையை விவரிக்க 1842ஆம் ஆண்டு தொடங்கிய அவர் முதலில் 1500 சொற்கள் கொண்ட ஒரு கட்டுரைச் சுருக்கத்தையும் (Synopsis), 1844ஆம் ஆண்டு 15,000 சொற்கள் கொண்ட ஒரு கட்டுரையையும் எழுதி முடித்தார். 1858ஆம் ஆண்டு ஜுன் 18ஆம் நாளன்று அவருடைய படைப்பு 2,50,000 சொற்கள் அளவுக்கு நீண்டது. இந்த நிலையில் ஆல்ஃபிரட் இரசல் வாலஸ் (Alfred Russell Wallace) என்ற மலேசிய நாட்டு இயற்கை யாளரிடமிருந்து டார்வினுக்குக் கட்டுரையுடன் கூடிய ஒரு கடிதம் வந்தது. இந்தக் கட்டுரையில், சார்லஸ் டார்வினின் கருத்துருவுக்கு ஒப்பான கருத்துக்களுடன் கூடிய பரிணாமக் கொள்கையை வாலஸ் முன் மொழிந்திருந்தார். இந்தக் கட்டுரை டார்வினை மிகவும் நிலைத் தடுமாற வைத்துவிட்டது. மிகுந்த கவலையில் ஆழ்ந்த டார்வின், இலையல் மற்றும் ஹூக்கர் (Hooker) போன்றவர்களின் அறிவுறுத்தலின்படி, வாலஸூக்கு கடிதம் எழுதி, இருவரும் கூட்டாக பரிணாமக் கொள்கையை வெளியிடலாம் என்று வேண்டுகோள் விட்டார். இதற்கு வாலஸ் மகிழ்ச்சியுடன் ஒப்புதல் அளித்தார். இருவரின் பரிணாமம் பற்றியக் கூட்டுக் கட்டுரை 1858ஆம் ஆண்டு வெளியாகியது. 1859ஆம் ஆண்டு, தன்னுடைய கொள்கையின் குறுகிய படைப்பை (abridged version) டார்வின் நூல் வடிவில் வெளியிட்டார். இந்த நூல் **Origin of species** *(= **சிற்றினங்களின் தோற்றம்**)* என்று தலைப்பிடப்பட்டது.

பெரும்பாலான அறிவியல் அறிஞர்கள் பரிணாமக் கொள்கையையும், இயற்கைத் தேர்வு கருத்துருவையும் உடனே ஏற்றுக்

கொண்டாலும், மக்களின் ஏற்பு மிகவும் மந்தமான வேகத்தில் தான் நடைபெற்றது. அதே நேரத்தில், சர்ச்சிடமிருந்தும், மதவாதிகளிட மிருந்தும், மதநம்பிக்கை உடையவர்களிட மிருந்தும் (முக்கியமாக பெர்னார்டு ஷா (Bernard Shaw), H.G. வெல்ஸ் (H.G.Wells) போன்றவர் களிடமிருந்து) இக்கொள்கைக்கு கடும் எதிர்ப்பு ஏற்பட்டது. டார்வினியத்தை (Darwinism) நாத்திகத் தன்மையுடையதாக (கடவுள் நம்பிக்கைக்கு முரணானதாகப்) பலர் நினைத்த னர். எனினும், பரிணாமக் கொள்கை அதிக வீரியத்துடன் நிலைத்து நின்றது. மக்கள் இதில் இருந்த அறிவியலையும் விவேகத்தையும் புரிந்து கொண்டனர். பல உயிரியல் அறிஞர்கள் இக்கொள்கைக்கு மேலும் பல சான்றுகளைக் கூட்டினர். குறிப்பாக, மரபியல் (genetics) மற்றும் பரம்பரையியல் (heredity) போன்ற புதிய உயிரியல் துறைகள் பரிணாமத்திற்கு மேலும் பல சான்றுகளை வழங்கின. சடுதி மாற்றம் (Mutation) மற்றும் பன்மம் (Polyploidy) (=குரோமோசோம் எண்ணிக்கை கூடுதல்) போன்ற புதிய கண்டுபிடிப்புகள் பரிணாமத்திற் கான புதிய மரபியல் காரணிகளை எடுத்துக் காட்டின. சீராக்கப்பட்ட டார்வினியம் புதிய - டார்வினியம் (Neo-Darwinism) என்றழைக்கப் பட்டது. தியடோசியஸ் டப்ஷான்ஸ்கீ (Theodosius Dobzhansky) (1900-1975) என்ற உக்ரைன் நாட்டு உயிரியல் அறிஞர் அமெரிக்காவின் கொலம்பியா பல்கலைக் கழகத்திற்குக் குடிபெயர்ந்து புதிய டார்வினியம் பற்றிய கருத்துக்களை 1937ஆம் ஆண்டு தன்னுடைய **Genetics and the Origin of Species** *(=மரபியலும் சிற்றின பரிணாமமும்)* என்ற நூலில் தொகுத்துக் கொடுத்தார். இந்நூலின் மூலம் பரிணாமத்தையும் மரபியலையும் இணைத்ததோடு மட்டுமல்லாமல், டார்வினை யும் மெண்டலையும் இணைத்தார். மிகத் தகுதியான சிற்றினத்தை இயற்கை தேர்ந்தெடுக் கிறது என்ற கருத்துருவுக்குப் பதிலாக, இயற்கை மிகத் தகுதியான ஜீன்களைத் தேர்ந்தெடுத்து, தகுதியற்ற ஜீன்களை விலக்குகிறது என்ற புதிய கருத்துருவை இவர் புகுத்தினார்.

சார்லஸ் டார்வினும் மற்றவர்களும் பரிணாமம் ஒரு படிப்படியான செயல் என்று எடுத்துக் கூறினர். ஆனால், பரிணாமம் திடீர் மாற்றங்களால் ஏற்படுகின்றன என்று டி விரிஸ் (De Vries) என்ற ஹாலந்து நாட்டு அறிஞர் 1901ஆம் ஆண்டு கூறினார். இந்த திடீர் மாற்றப் பரிணாமக் கொள்கைக்கு ஆதரவாக மார்கன், முல்லர் போன்ற அறிஞர்கள் டிராசோஃபைலா *(Drosophila)* என்ற பழப்பூச்சியில் (fruitfly) செய்த ஆய்வுகள் அமைகின்றன. 1972ஆம் ஆண்டு நைல்ஸ் எல்டிரெட்ஜ் (Niles Eldredge) மற்றும் ஸ்டீவன் யே கோல்டு (Stephen Jay Gould) ஆகிய இருவரும் ''இடைவெளி கொண்ட சமன் நிலை'' (Punctuated equilibria) என்ற கொள்கை யை உருவாக்கினர். தொல்லுயிர் எச்சங்களும், பாறைகளும் படிப்படியான பரிணாம மாற்ற கொள்கைக்கு ஆதரவாக இல்லை என்று அவர்கள் வலியுறுத்தினர். ஆனால் ஏறத்தாழ 1,00,000 ஆண்டுகள் இடைவெளியில் அமைந்த சிறிய காலகட்டங்களுக்குள் (புவியின் வயதை ஒப்பிடும்போது இது கண்சிமிட்டும் நேரத்திற்கு ஒப்பானது) புவியின் உயிரினங்களுக்குள்ளே இந்த மாற்றங்கள் நடைபெறுகின்றன. இடையே மிக நீண்ட காலத்திற்கு மாற்றங்கள் எதுவும் ஏற்படுவதில்லை. பரிணாம மாற்ற கால மும், பரிணாமம் இல்லாத காலமும் மாறி மாறி வருகின்றன என்றும் இவர்கள் வலியுறுத்தினர்.

3) மனித இனத்தின் தோற்றமும் பரிணாமமும்

சார்லஸ் டார்வினின் பரிணாமக் கொள்கையின் முக்கிய விளைவு மனித இனத்தின் தோற்றம் மற்றும் பரிணாமத்தைப் பற்றி எழுந்த சீரிய விவாதம்தான். டார்வினின் **Origin of Species** நூலை மிக உன்னிப்பாகப் படித்தால் அதில் எந்த இடத்திலும் ஒரு சிற்றினத்திலிருந்து இன்னொரு சிற்றினம் தோன்றியதாகக் குறிப்பிடப்பட்டிருக்காது என்பது தெளிவாகும். இவ்வாறு கூறுவதை டார்வின் மிக கவனமாகத் தவிர்த்திருக்கிறார் என்பதும் தெளிவாகும். எனினும், மத நம்பிக்கை கொண்ட பலர், வாலில்லாக் குரங்கு

(ape) போன்ற விலங்கினத்திலிருந்து மனிதன் தோன்றினான் என்று டார்வின் குறிப்பிடுவ தாகத் தவறாக எண்ணினர். இதன் காரணமாக விவாதம் மிகவும் சூடுபிடிக்கத் தொடங்கியது. பல செய்தித்தாள்களில் டார்வினைவாலில்லாக் குரங்கு போன்று கேலிச் சித்திரம் வரைந்தனர். சர்ச்களிலும், மத அமைப்புகளிலும் டார்வினி யத்திற்கு எதிரான மதச் சொற்பொழிவுகளும் (Sermons), கட்டுரைகளும் வெளியிடப்பட்டன. எனினும் இலையல் *1863*ஆம் ஆண்டு தன்னுடைய **Geological Evidence of the Antiquity of Man** *(= மனிதனின் பரிணாமத்திற்கான புவியியல் ஆதாரம்)* என்ற நூலின் மூலம் டார்வினுக்கு அதிக ஆதரவு அளித்தார். இதேபோன்று T.H.ஹக்ஸ்லீ (T.H.Huxley) (1825-1895) அவர்களும் டார்வினுக்கு ஆதரவு கொடுத்தார். ஒரு சமயத்தில், அறிவியல் வளர்ச்சிக்கான பிரிட்டிஷ் சங்கம் (British Association for the Advancement of Science) *700* பேர் கூடிய ஒரு அரங்கத்தில் ஆக்ஸ்போர்டு சர்ச்சின் பாதிரியார் சாமுவேல் வில்பெர்ஃபோர்ஸ் (Samuel Wilberforce) என்பவருக்கும், T.H.ஹக்ஸ் லீக்கும் இடையே டார்வினியம் பற்றிய ஒரு விவாதத்திற்கு ஏற்பாடு செய்திருந்தது. இதில் ஹக்ஸ்லீ டார்வினியத்திற்கு ஆதரவாக விவாதித்து வென்றார். தோல்வியுற்ற பாதிரியார், தன்னுடைய உணர்ச்சிகளைக் கட்டுப்படுத்த முடியாமல், ஹக்ஸ்லீயைப் பார்த்து உங்கள் தாய் தந்தையரில் எவர் வாலில்லா குரங்கு என்ற வினாவைத் தொடுத்தார். உணர்ச்சிவசப்படாத ஹக்ஸ்லீ, உங்களைப் போன்ற படித்த முட்டாள் போன்ற தாய் தந்தையரிடமிருந்து பிறப்பதைவிட ஒரு வாலில்லா குரங்கிடமிருந்து பிறப்பதை மேன்மையாகக் கருதுகிறேன் என்று கூறினார். *1871*ஆம் ஆண்டு **Descent of Man and Selection in Relation to Sex** *(= மனிதனின் பரிணாமமும் பால் தொடர்பான தேர்வும்)* என்ற தன்னுடைய நூலை டார்வின் வெளியிட்டார். இந்நூலில் மனிதனுக்கு முற்பட்ட விலங்குகளிலிருந்து மனிதன் தோன்றியதற்கான கருத்தினையும் அதற்கான தன்னுடைய ஆய்வுச் சான்றுகளை யும் வெளியிட்டார். சான்றுகளில் முக்கியமான வையாக மனிதனின் குடல்வால் (appendix), வால் எலும்பு (tail vertebra), புறக் காது (external pinna) போன்ற மிஞ்சிய *(ஆனால் செயல் இழந்த)* உறுப்புகளை (Vestigeal organs) சுட்டிக்காட்டினார். மனிதர்களும் வாலில்லாக் குரங்குகளும் ஒரே முன்னோர்களிடமிருந்து (ancestors) தோன்றியிருக்க வேண்டும் என்று அவர்கருதினார். இதன் காரணமாக தொல்லுயிர் ஆய்வாளர்கள் மனிதன், வாலில்லா குரங்கு ஆகிய இரண்டையும் இணைக்கும் முன்னோர் களின் தொல்லுயிர் எச்சங்களைத் தேடும் வேட்டையில் உடனே இறங்கினர். இந்த இணைக்கும் முன்னோடிகளில் இரண்டின் பண்புகளும் காணப்படவேண்டும் என்றும் அவர்கள் எண்ணினர். இதற்கு மாறாக, பரிணாமக் கொள்கையை எதிர்த்தவர்கள், குறிப்பாக இரிச்சர்டு ஓவன் (Richard Owen) போன்ற தொல்லுயிர் அறிஞர்கள், புவி பழமை யானது என்று ஏற்றுக்கொண்டாலும், மனிதர் கள் மனிதர்களாகத்தான் தோன்றினார்கள் என்றும், முன்னோர்களைத் தேடும் வேட்டை யில் தொல்லுயிர் எச்சங்கள் கிடைத்தால் அவை தற்போதைய மனிதனைப் போன்றே இருக்கும் என்றும் கருதினார்கள். மனிதர்களுக்கும், வாலில்லா குரங்குகளுக்கும் பொதுவான ஒரு முன்னோர் கிடையாது என்றும் இவர்கள் வாதிட்டனர். மனித முன்னோர்களுக்கான தேடுதல் வேட்டை இவ்வாறு தொடங்கியது *(கட்டம்* V.1).

கட்டம் V.1. மனித முன்னோடிக்கான தேடுதல் வேட்டை

இந்த தேடுதல் வேட்டையில் ஏற்பட்ட முதல் கண்டுபிடிப்பு 1856ஆம் ஆண்டு நியாண்டர் (Neander) என்ற ஜெர்மன் பகுதியில் கிடைத்த எலும்புக்கூடுகள் தான். இந்த எலும்புக்கூடுகளுக்கு சொந்தமான மனிதர்கள் நியாண்டர்தால் மனிதர்கள் (Neanderthal men) என்று அழைக்கப்பட்டனர்.

இதே மனிதர்களின் எலும்புக்கூடுகள் பின்னால் பிரான்ஸ், இஸ்ரேல், வடக்கு ஆப்ரிக்கா மற்றும் சீனாவில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. இவற்றை வில்லியம் கிங் (William King) *Homo neanderthalensis* என்ற அறிவியற் பெயரால் அழைத்தார். இந்த மனிதர்கள் 100,000 முதல் 40,000 வருடங்களுக்கு முன்புவரை புவியில் வாழ்ந்து வந்தனர். இவர்கள் பண்பற்ற குரூரமான மனிதர்களாகத் திகழ்ந்தனர். 5 அடி உயரத்திற்கு சற்று கூடுதலாகவும், பெண்கள் ஆண்களை விட குட்டையானவர்களாகவும் இருந்தனர். அலைந்து திரிந்து வாழ்க்கை நடத்திய இவர்கள் சமுதாய கூட்டங்களாக வாழ்ந்தனர். ஓரளவுக்கு வளர்ச்சியடைந்த மத நம்பிக்கையைக் கொண்டிருந்தனர். குரோமாக்னான்கள் (Cromagnons) என்று அழைக்கப்படும் மனிதர்கள் இதே காலகட்டத்தில் வாழ்ந்தவர்கள். நியாண்டர்தால் மனிதர்கள் தாமாகவே இயற்கையாக அழிவுற்றார்களா? குரோமாக்னான்களால் கொல்லப்பட்டு அழிந்தார்களா? அல்லது இரண்டு வகை மனிதர்களும் ஒன்றுகலந்து ஒரே மனித இனமாக மாறினார்களா? இந்த வினாக்களுக்கு தெளிவான விடைகள் இதுவரை கிடைக்கவில்லை. சமீபத்திய தொல்லுயிர் எச்ச கண்டுபிடிப்புகளின் மூலம் நியாண்டர்தால் மனிதர்களும் தற்போதைய மனித இனமான *Homo sapiens sapiens* ம் ஒரே காலத்தில் மேற்கு ஐரோப்பாவில் வாழ்ந்து வந்தது தெளிவாகிறது.

எர்னஸ்ட் ஹெக்கல் (Ernest Haeckel) (1834-1910) 1868ஆம் ஆண்டில் எழுதிய **History of Creation** (= **படைப்பின் வரலாறு**) என்ற நூலில் (பரிணாமக் கொள்கையை ஏற்று எழுதப்பட்ட முதல் நூல் இதுதான்) உயிர் ஏணியின் (ladder of life) 22 படிகளில், 22ஆம் படியில் மனிதர்களையும், 21ஆம் படியில் *Pithecanthropus alatus* என்ற பேசத் தெரியாத மனித-வாலில்லாக் குரங்கையும் வைத்தார். இந்த விலங்கு அப்பொழுது உயிருடன் காணப்படவில்லை எனவும், அது இந்தியக் கடல்கோள் கொண்ட லெமூரியா (Lemuria) கண்டத்தில் தோன்றியது என்றும், அதன் தொல்லுயிர் எச்சங்கள் கிழக்கிந்தியத் தீவுகள், போர்னியோ அல்லது ஜாவாவில் காணப்படலாம் என்றும் அவர் மேலும் எடுத்துரைத்தார். இந்த கருத்தினால் ஈர்க்கப்பட்ட ஹாலந்து நாட்டைச் சேர்ந்த மனித உள்ளமைப்பியல் (anatomy) ஆசிரியரான யூஜீன் டுபாஸ் (Eugene Dubois) (1858-1940) 1887ஆம் ஆண்டு டச்சு கிழக்கிந்தியப் படையின் ஒரு அங்கத்தினராக சுமத்ரா சென்றடைந்தார். தன் ஓய்வு நேரத்தில் கூறிய ஹெக்கலின் மனித முன்னோரின் தொல்லுயிர் எச்சத்தை தேடி அலைந்தார். இரண்டு ஆண்டுகளுக்குள் தன்னுடைய வேலையை விட்டுவிட்டு, முழுநேரமும் தேடுதல் வேட்டையில் இறங்கினார். 1891ஆம் ஆண்டு சோலோ (solo) ஆற்றின் அருகில் தன்னுடைய முதல் தொல்லுயிர் எச்சக் கண்டுபிடிப்பை அடைந்தார். இதற்கு அவர் *Pithecanthropus erectus* [ஜாவா மனிதன் (Java man) என்று பலராலும் அழைக்கப்பட்ட] என்ற பெயரைச் சூட்டினார். இது சிறிய மூளை கொண்ட நேராக நடக்கக்கூடிய மனிதக் குரங்காகும். இந்தக் கண்டுபிடிப்பை பலரும் பாராட்டத் தவறியதால் விரக்தியடைந்த டுபாஸ் தன்னுடைய தேடுதல் வேட்டையிலிருந்தும், அறிவியலில் இருந்தும் முற்றிலும் விலகிக் கொண்டார். எனினும் K.A.ஹெபெரர் (K.A.Heberer) என்பவரால் சீனாவில் 1920 முதல் 1930 வரை கண்டுபிடிக்கப்பட்ட பீக்கிங் மனிதனின் (Peking man) பல தொல்லுயிர் எச்சங்கள் ஜாவா மனிதனை ஒத்திருந்தன. ஜாவா-பீக்கிங் மனிதன் 1.8 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்பு வாழ்ந்ததாகவும், அவனுடைய எலும்புகள் மிகவும் கனமானவை என்றும், கண் புருவ மேடுகள் மிகவும் நன்றாக அமைந்தவை என்றும், மனித மூளையை விட சிறிய மூளையை உடையவன் என்றும் தகவல்கள் கிடைத்தன. டுபாஸ் வைத்த ஜாவா மனிதனின் அறிவியல் பெயரை, 1950ஆம் ஆண்டு எர்னஸ்ட் மேயர் (Ernest Mayr), *Homo erectus* என்று மாற்றினார். பெயர் மாற்றத்தோடு மட்டுமல்லாமல், ஜாவா மற்றும் பீக்கிங் மனிதர்கள் இருவரும் ஒருவனே என்றும், அவன் வாலில்லா குரங்கோ, மனிதனுக்கும் வாலில்லா குரங்குக்கும்

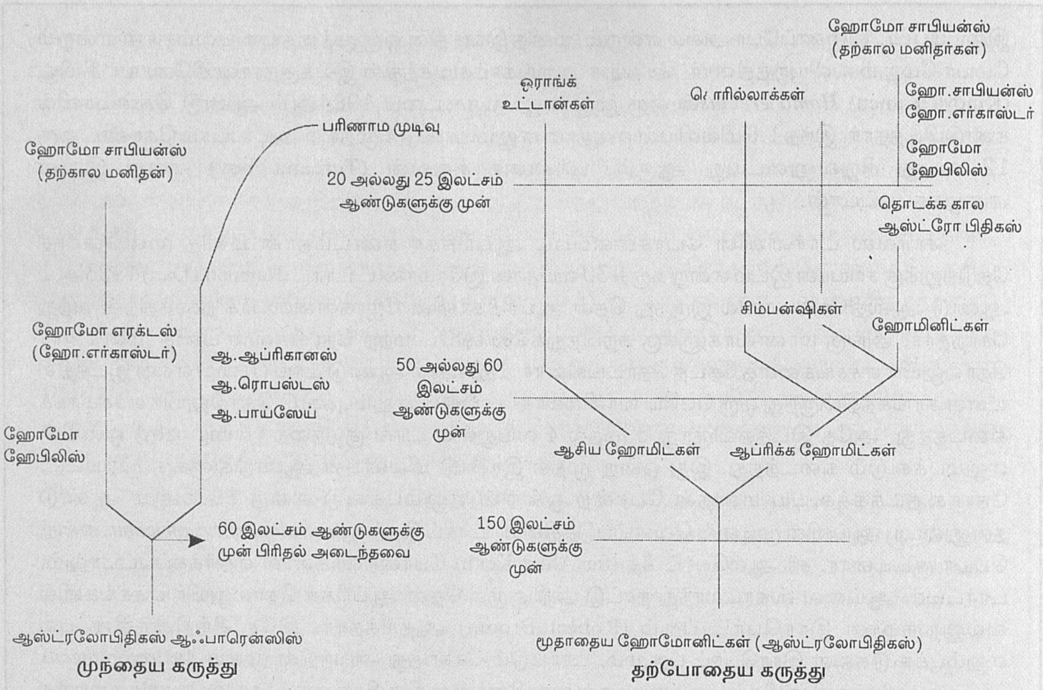
இடைப்பட்ட இணைப்போ அல்ல என்றும், மனித இனத்தின் ஒரு முந்தைய வடிவம் தான் என்றும் மேயர் மேலும் வலியுறுத்தினார். கென்யா அருங்காட்சியகத்தின் இயக்குநரான கினோயா கிமியூ (Kinoya Kimeu) *Homo erectus*ன் ஒரு முழு எலும்புக்கூட்டை 1984ஆம் ஆண்டு கென்யாவில் கண்டுபிடித்தார். இந்த 1.6 மில்லியன் வயதான எலும்புக்கூடு 4 முதல் 5 அடி உயரம் கொண்ட ஒரு 12 வயது சிறுவனுடையது ஆகும். டர்கானா சிறுவன் (Turcana boy) என்று இவன் அழைக்கப்பட்டான்.

சார்லஸ் டார்வினின் யோசனைப்படி ஆப்ரிக்கா கண்டம்தான் மனித முன்னோர்த் தேடுதலுக்கு சரியான இடம் என்று கருதி 30 வயதான இரேமாண்ட் டார்ட் (Raymond Dart) 1923ஆம் ஆண்டு ஆஸ்திரேலியாவில் இருந்து தென் ஆப்ரிக்காவின் ஜோகன்னஸ்பர்க் நகரத்திற்கு வந்து சேர்ந்தார். அங்கு மாணவர்களுக்கு கற்பித்துக்கொண்டே மற்ற நேரங்களில் மனித முன்னோர் தொல்லுயிர் எச்சங்களைத் தேடத் தொடங்கினார். 1924ஆம் ஆண்டு டாங் (Taung) என்ற இடத்தில உள்ள சுரங்கத்திலிருந்து ஒரு பெரிய வாலில்லாக் குரங்கின் எலும்புக்கூடு தொல்லுயிர் எச்சமாகக் கிடைத்தது. அதே இடத்திலிருந்து 3 முதல் 4 வயதுள்ள டாங் குழந்தை (Taung baby) ஒன்றின் எலும்புக்கூடும் கிடைத்தது. இது ஒன்று முதல் இரண்டு மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முற்பட்ட, நேராக நடக்கக்கூடிய மனிதன் போன்ற ஒன்றின் எலும்புக்கூடு என்று 1925ஆம் ஆண்டு தன்னுடைய ஆய்வின் முடிவை வெளிப்படுத்தினார். டார்ட் இதற்கு *Australopithecus africanus* என்று பெயர் சூட்டினார். சர் ஆல்பெர்ட் கீத் (Sir Alfert Keith) போன்றவர்களால் எதிர்க்கப்பட்டாலும், டார்ட்டின் ஆய்வை ஸ்காட்லாந்து நாட்டு அறிஞரும் தென் ஆப்ரிக்க தொல்லுயிர் எசசங்களில் வல்லுநருமான இராபெர்ட் ப்ரூம் (Robert Broom) ஆதரித்தார். இதே சிற்றினத்தின் பல எலும்புக்கூடுகளை இராபெர்ட் புரூமும், டார்ட்டும் சேகரித்து அவற்றின் மூலம் *Australopithecus* தற்கால மனிதர்களின் மிகப் பழைமையான உறவினர் என நிரூபித்தனர். முதலில் ஆதரிக்க மறுத்த சர் ஆல்பெர்ட் கீத் 1948ஆம் ஆண்டு பிரசுரித்த **A New Theory of Human Evolution** என்ற நூலில் மேற்கூறிய கருத்தை ஆதரித்தார். 1959ஆம் ஆண்டு *Australopithicus boisei* (முதலில் Zinjanthropus boisei என்று பெயர் கொண்டது) என்ற தொல்லுயிர் சிற்றினத்தை இலூயி சேமூர் பாசெட் லீக்கியும் (Louis Seymour Bazett Leaky), அவரது மனைவி மேரி லீக்கியும் (Mary Leaky) கண்டுபிடித்தனர்.

இது 1.75 மில்லியன் ஆண்டு பழைமை வாய்ந்தது. R.J.லீக்கி (லூயி லீக்கியின் மகன்) 1961ஆம் வருடம் டான்சானியாவிலிருந்து 1.75 முதல் 2.34 மில்லியன் ஆண்டு வயதான *Homo habilis* (Handy man) என்ற தொல்லுயிர் எச்சத்தைக் கண்டுபிடித்தார். இந்த கண்டுபிடிப்பின் மூலம் மனிதனின் பரம்பரையில் இருந்த ஆரம்பக்கால உறவினனும் ஆஸ்ட்ரலோபித் (Australopith) விலங்குகளும் ஒரே காலத்தில் வாழ்ந்தவை என்றும், பண்டைய மனித இனம் ஆஸ்ட்ரலோபித் விலங்குகளில் இருந்து தோன்றவில்லை என்றும் தெளிவானது. 1974ஆம் ஆண்டு டோனால்டு யோகான்சன் (Donald Johanson) 3.5 மில்லியன் ஆண்டு வயதான 4 அடி உயர பெண்ணின் (லூசி என்று பெயரிடப்பட்ட) தொல்லுயிர் எச்சத்தை எதியோப்பியாவில் கண்டுபிடித்தனர். இதற்கு *Australopithecus afarensis* என்று பெயரிட்டனர். 1985ஆம் ஆண்டு ஆலன் வாக்கர் (Alan Walker) கென்யாவில் *A.robustus* ஐ கண்டுபிடித்தார்.

மேற்கூறிய கண்டுபிடிப்புகள் மனித இன பரிணாமத்தை கண்டறிய ஓரளவு பயன்பட்டன.

மனித இனத்தின் பரிணாமம் பற்றிய இரண்டு வெவ்வேறு கருத்துக்கள் மரப்படம் (tree diagram) மூலம் விளக்கப்பட்டுள்ளது (படம் V.3).



படம் V.3. மனித பரிணாம வளர்ச்சி

4) உயிரிகளிடையே உள்ள ஏராளமான வேறுபாடுகளும், அவற்றினிடையே ஒரு ஒழுங்கை உருவாக்குதலும்

உயிரினங்களிடையே உள்ள ஏராளமான வேறுபாடுகளை உணர்ந்த அரிஸ்டாட்டில் அவற்றில் ஒரு ஒழுங்கை கண்டறிய பலநிலைப் படிகள் கருத்துருவை (hierarchy concept) உருவாக்கினார். உலகத்தின் அனைத்து உயிரிகளையும் ஒரு ஏணியாகக் கருதி, அவற்றின் வெவ்வேறு படிகளாக வெவ்வேறு உயிரினத் தொகுதிகளைக் கருதினார். ஒவ்வொரு படியிலும் உள்ள உயிரினத் தொகுதிகள் மாறாத அடிப்படைப் பண்புகளைப் பெற்றவை என்றும் அவர் கருதினார். ஏணியின் மேல்படியில் மனிதர்களையும், அடிப்படியில் தாவரங்களையும் வைத்தார். இடைப்பட்ட பல்வேறு படிகளில் பாலூட்டிகள், பூச்சிகள், நத்தைகள் மற்றும் சிப்பிகள், ஊர்வன மற்றும் பாம்புகள், தவளைகள் போன்றவற்றை அவற்றின் பண்புகளுக்கேற்ப வைத்தார். ஒவ்வொரு படியிலும் வைக்கப்பட்ட உயிரினத் தொகுதிகளை வகைப் படுத்த அவர் முயன்று பெரும்பாலும் தோல்வியுற்றார். எடுத்துக்காட்டாக, பிராணிகளை சிவப்பு நிற இரத்தம் உடையவை, அவ்வாறு இல்லாதவை என்று அவர் பிரித்தார்.

தீயோஃபிராஸ்டஸ் (Theophrastus) (ஏறத்தாழ BCE 372-287) தாவரங்களை செடிகள் (herbs), குறுமரங்கள் (shrubs) மற்றும் மரங்கள் (trees) என்று வகைப்படுத்தினார். 550க்கும் மேற்பட்ட தாவர சிற்றினங்களை அவர் விவரித்தார். இவரைத் தொடர்ந்த கிரேக்க மருத்துவரான டியாஸ்கோருடீஸ் (Dioscorides) (ஏறத்தாழ CE 50) தன்னுடைய **De Materia Medica** (= மருந்துப் பொருட்களின் தொகுப்பேடு) என்ற நூலில் 500க்கும் மேற்பட்ட தாவரச்

சிற்றினங் களைப் பற்றிய விளக்கம், தோன்றிய இடம், அவற்றை மருந்தாக மாற்றும் முறை மற்றும் அவற்றின் மருத்துவப் பயன்கள் குறித்து எடுத்துக் கூறியுள்ளார். இந்த நூலில் தாவரங் களை அகரவரிசையில் ஒழுங்குபடுத்தி யிருப்பது குறிப்பிடத்தக்கது.

விலங்குகளைப் பற்றிய மிகவும் பிரபல மான இடைக்கால தொகுப்பு நூல்கள் ஏறத்தாழ CE 200ஆம் ஆண்டு அலெக்சாண்டிரியா நகரில் தோன்றியதாக நம்பப்படுகிறது. கிரேக்க, எகிப்திய மற்றும் ஆசிய நாடுகளின் மரபுவழி கதை மூலங்களிலிருந்தும், அரிஸ்டாட்டில், தியோஃபிராஸ்டஸ், மூத்த பிளைனீ (Pliny, the elder) போன்றவர்களின் படைப்புகளிலிருந்தும் பெறப்பட்ட பிராணிகளைப் பற்றிய விவரங்கள் இந்த தொகுப்பு நூல்களில் அடங்கும். மூத்த பிளைனீ 37 தொகுப்புகள் கொண்ட **இயற்கை வரலாறு (Natural History)** என்ற படைப்பை உருவாக்கினார். இதில் 2,500 பண்டைய நூல்களிலிருந்தும் ஏறத்தாழ 500 எழுத்தாளர் களின் படைப்புகளிலிருந்தும் பெறப்பட்ட விவரங்கள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. இந்தத் தொகுப்புகளில் மிகவும் நல்ல, பிழையில்லாத விவரங்களும், நம்ப முடியாத மாயாஜால செய்திகளும் கலந்து காணப்படுகின்றன. உலகில் இதுவரை காணப்படாத உருவங்களில் உள்ள பிராணிகள் பற்றி இத்தொகுப்புகளில் செய்திகள் உள்ளன. பறக்கும் குதிரைகள், மச்சக் கன்னிகள், மனிதத் தலை கொண்ட பல மிருக உடம்புகள், ஒற்றைக் கொம்புடைய குதிரைகள், பீனிக்ஸ் பறவை போன்றவை இவற்றில் சில. மறுமலர்ச்சிக் காலம் வழியாக 17ஆம் நூற்றாண்டின் பிற்பகுதி வரை இந்த நூல்களின் பாதிப்பு மக்களிடையே காணப்பட்டது. கடந்த முப்பது ஆண்டுகளாக இத்தகைய கற்பனை மிருகங்கள், மாயாஜாலம், கற்பனைகள் ஆகிய வற்றுடன் கலக்கப்பட்டு மீண்டும் திரைப்படங் கள் மூலமாகவும், பொய்யான அறிவியல் கதைகள் (false science fictions) மூலமாகவும் நுழைந்துள்ளது மிகவும் வேதனைக்குரியது. இவை அனைத்தும் மக்களை மீண்டும் மூட நம்பிக்கையின் பக்கம் திருப்பும் முயற்சி களாகும்.

ஜெர்மன் நாட்டு மன்னரான இரண்டாம் ஃபிரடெரிக் (Frederick II) *(1190-1250)*, வேட்டை யில், குறிப்பாக பறவை வேட்டையில், ஈடுபாடுடையவர். பறவைகள் பற்றிய மிகச் சிறந்த நூலான **The Art of Hunting with Birds** ***(=பறவைகளை வேட்டையாடும் கலை)*** என்ற நூலை எழுதியுள்ளார். இதில் பறவைகளின் நடத்தை, உள்ளமைப்பு, வாழ்வியல் போன்ற வற்றைப் பற்றிய மிகச் சரியான விவரங்களைப் படங்களுடன் கொடுத்துள்ளார். மறுமலர்ச்சிக் காலத்தில் உயிரிகளைப் பற்றிய விவரங்கள், படங்கள் ஆகியவற்றை கொடுப்பதில் ஓரளவு முன்னேற்றம் காணப்பட்டது. ''தாவரவியலின் ஜெர்மன் தந்தையர்கள்'' என்று அழைக்கப்படும் ஓட்டோ புருன்ஃபெல்ஸ் (Otto Brunfels) *(1489-1534)*, ஜெரோம் புக் (Jerome Buch) (1498-1554) மற்றும் இலியனார்டு ஃபுக்ஸ் (Leonhard Fuchs) (1501-1566) ஆகியோர் தாவரங்கள் பற்றிய விவரங்களையும், கான்ராட் ஜெஸ்னர் (Cornad Gesner) (1516-1565) என்ற ஸ்வீடன் நாட்டு உயிரியல் அறிஞர் ஏறக்குறைய 4000 பக்கங் களுடைய ஐந்து தொகுப்புகள் கொண்ட **Historia Animalium *(=பிராணிகளின் வரலாறு)*** என்ற நூலில் பிராணிகளைப் பற்றிய விவரங்களையும் கொடுத்துள்ளனர். ஜெஸ்னர் பிராணிகளை வகைபாடு செய்ய முற்படவில்லை; பிராணி களை அகரவரிசையில் விவரித்துள்ளார். ஜெஸ்னரின் தொகுப்பிலும் கற்பனை மிருகங் கள் பற்றிய விவரங்கள் காணப்படுகின்றன; எனினும் அவருடைய விளக்க உரையில் இவற்றிற்கும் இயற்கையில் காணப்படும் பிராணிகளுக்கும் இடையே வேறுபாடு செய்யப்பட்டிருந்தது. யான்ஸ்வாமெர்டாம் (Jan Swammerdam) (1637-1680) என்ற ஹாலந்து நாட்டு நிபுணர் நுண்ணோக்கி உதவி கொண்டு 3000க்கும் மேற்பட்ட பூச்சி சிற்றினங்களைப் படித்துள்ளார். அவற்றின் உள்ளமைப்பை விவரித்துள்ளார். உலகின் முதல் பூச்சியியல் நிபுணர் (entomologist) என்று இவரைக் குறிப்பிட

லாம். பூச்சிகளைப் பற்றிய அவருடைய படைப்பு அவர் இறந்த பின் 1737-1738ஆம் ஆண்டுகளில் இரண்டு தொகுப்புகளாக **Biblia Naturae** (=இயற்கையின் பைபிள்) என்ற தலைப்பில் வெளியிடப்பட்டது. இவரைத் தொடர்ந்த இரெனி அன்டாய்னி இரெய்மர் (Rene Antoine Reaumer) (1683-1757), பூச்சியியல் பற்றிய ஆறு தொகுப்பு நூலை வெளியிட்டுள்ளார். இந்நூலில் பூச்சிகளைத் தொகுத்து, வகைபாடு செய்து, அவற்றின் வாழ்க்கைச் சுழற்சி மற்றும் நடத்தை போன்றவற்றிற்கு முறையான விளக்கங்கள் கொடுத்துள்ளார். மல்பீஜி (Malpighi), க்ரூ (Grew), ஹுக், மற்றும் இலேவென்ஹுக் போன்றவர்கள் நுண்ணோக்கியைப் பயன்படுத்திப் பல புதிய நுண்ணுயிரிகளைக் கண்டுபிடித்துள்ளனர்.

கொலம்பஸின் உலகப் பயணத்திற்குப் பிறகு 17ஆம் நூற்றாண்டில் மேற்கொள்ளப் பட்ட புதிய உலக ஆய்வுப் பயணங்கள் உயிரிகளில் காணப்படும் எண்ணற்ற வகைகளைப் பற்றிய புதிய விவரங்களைக் கொண்டு வந்தன. ஏறத்தாழ 20,000 தாவர, பிராணி மற்றும் நுண்ணுயிர் சிற்றினங்கள் அக்காலகட்டத்தில் அறியப்பட்டன. எனவே அப்பொழுது அறியப்பட்ட உயிரிகளை ஒழுங்குபடுத்தி, வகைப்படுத்தி அவற்றைப் பற்றி எளிதாக தெரிந்துகொள்ள வேண்டிய முயற்சி உடனே தேவைப்பட்டது. உயிரிகளைப் பற்றிய விளக்கங்களும், படங்களும் போதுமானதாக இல்லை. அவற்றின் பண்புகள் அனைத்தையும் அறிந்து, அவற்றிற்கிடையே காணப்படும் ஒற்றுமைகள் வேற்றுமைகள் அறிந்து, அவற்றின் அடிப்படையில் அவற்றை தொகுத்து வகைபாடு செய்யவேண்டிய கட்டாயம் ஏற்பட்டது. எனவே உயிரிகளை வகைப்படுத்த தேர்வு செய்யப்படும் பண்புகள் வகைபாடு செய்பவரின் விருப்பு வெறுப்புகளைச் சார்ந்து அமைந்திருந்தது; இதே போன்றுதான் இந்த பண்புகளின் அடிப்படையில் ஏற்படுத்தப்பட்ட வகைபாடுகளும் விருப்பு வெறுப்புகளைச் சார்ந்திருந்தது.

படம் V.4. கலோலஸ் இலின்னேயஸ்

ஜான் இரே (John Ray) (1628-1705) அரிஸ்டாட்டிலின் உயிரி ஏணி கருத்துருவில் அசையாத நம்பிக்கை கொண்டவர். எல்லா தாவரங்களையும் பிராணிகளையும் அடிப்படை அலகுகளின் கீழ் சரியான முறையில் தொகுத்து அறிய முடியும் என்றும், அவ்வாறு தொகுத்தால் அவற்றிற்கிடையே காணப்படும் தொடர்புகள் தெளிவாகும் என்றும் நம்பினார். அவர்தான் முதன்முதலில் ''சிற்றினம்'' (Species) என்ற கருத்துருவை வரையறை செய்தவர் எனக் கூறலாம். ஒரு சிற்றினத்தின் கீழ் அடங்கும் அத்துணை அங்கத்தினர்களும் ஒரு தொகையாக (Population) செயல்பட்டு தமக்கிடையே இனக் கலப்பு செய்து கொண்டு வளமான வழித் தோன்றல்களை (offsprings) உண்டாக்கவல்லன. தன்னுடைய கருத்துக்களை ஜான் இரே தன்னுடைய மூன்று தொகுதி நூல்களான **Historia Plantarum Generalis** (= தாவரங்களைப்

பற்றிய பொது வரலாறு) என்பதிலும் **Synopsis Methodica Animalium Quadrupedum** *(= நான்கு கால்களை உடைய பிராணிகள் பற்றிய தொகுப்பு நூல்)* என்பதிலும் விளக்கியுள்ளார்.

ஜான் இரேயின் சிற்றினக் கருத்துரு (Species concept), அவரைத் தொடர்ந்து வந்த உயிரியல் அறிஞர்களுக்கு, குறிப்பாக, கரோலஸ் இலின்னேயஸ் *(1707-1778)* (படம் V.4) என்ற ஸ்வீடன் நாட்டு தாவரவியல் நிபுணருக்கு மிகவும் பயனுள்ளதாக இருந்தது. அரிஸ்டாட்டில் வலியுறுத்திய உயிரி ஏணி அல்லது சங்கிலித் தொடர் கொள்கையில் இலின்னேயஸ் மிகுந்த பற்று கொண்டிருந்தார். எனினும், இவருடைய படைப்புகள் உயிரி ஏணி கொள்கையை முற்றிலும் தகர்த்தெறிந்து விட்டது என்பது குறிப்பிடத்தக்கது. இலின்னேயஸின் பெற்றோர் அவரை மருத்துவம் அல்லது இறையியல் படிக்கச் சொல்லியபோது, அவற்றில் ஈடுபாடு கொள்ளாமல் வகுப்புகளுக்குச் செல்லாமல் புறக்கணித்தார். அவருக்கு தாவரவியலில் ஈடுபாடு இருந்ததை அறிந்த செல்சியஸ் (Celsius) என்ற பாதிரியார் அவரை ஆதரித்து உப்பசாலா தாவரப்பூங்காவில் (Uppasala Botanic Garden) அவருக்கு தாவரவியல் விரிவுரையாளர் பதவியைப் பெற்றுத் தந்தார். விரைவில் இலாப்லாந்துக்கு அறிவியல் பயணம் மேற்கொண்ட அவர் அதன் மூலம் தன்னுடைய தாவரவியல் அறிவை மேலும் அதிகமாக்கிக் கொண்டார். *4600* சதுர மைல்கள் நடந்தே தன்னுடைய கள ஆய்வை (field research) முடித்துக்கொண்ட அவர் நூற்றுக்கும் மேற்பட்ட புதிய உயிரினங்களைச் சேகரித்தார். தன்னுடைய பயணத்தின் அனுபவத்தால் *1735*-ஆம் ஆண்டு **Systeme Naturae** *(=**இயற்கைத் தொகுதி**)* என்ற சிறிய நூலை அவர் எழுதினார். இதில் உயிரிகளை வகைபாடு செய்ய ஒரு ஒழுங்கான வகைப்பாட்டுத் திட்டத்தை விவரித்தார். இந்த வகைப்பாட்டுத் திட்டம் அடுத்த சில ஆண்டுகளில் மேலும் விரிவாக்கப் பட்டு, சீர் செய்யப்பட்டு, ஒரு புதிய, முழுமை யான, வகைப்பாட்டுத் திட்டம் உருவாக்கப் பட்டது. இந்த திட்டம் ஒரு செயற்கையான திட்டம் (Artificial system) என்று அவர் முற்றிலும் உணர்ந்திருந்தார். எனினும் சரியான திட்டம் ஒன்று இதற்கு முன் இல்லாத காரணத்தால் இவர் மிகவும் புகழ் பெற்றவராகிவிட்டார். மேலும், இவருடைய புகழுக்கு இன்னொரு முக்கிய காரணமும் உண்டு. சிற்றினத்திற்கு எல்லோரும் (உலகம் முழுவதும்) ஒரே மாதிரியான பெயரிடும் முறையான இரட்டைப் பெயரிடும் (binomial nomenclature) முறையை இவர் அறிமுகப்படுத்தி வெற்றிகொண்டார். ஒவ்வொருவரும் தம்முடைய மொழியில் சிற்றினங்களுக்கு பெயரிட்டு வந்தது மற்ற வருக்கு புரியாத நிலையில் எல்லோருக்கும் பொதுவான ஒரு அறிவியல் பெயரைச் சூட்டு வது மிக ஏற்புடைய ஒன்று என்று அனைவரும் புரிந்து கொண்டனர். ஒரு சிற்றினத்தின் இரட்டைப் பெயரில் முதல் சொல் பேரினத்தை யும் (genus) இரண்டாவது சொல் குறிப்பான சிற்றினத்தையும் குறிப்பது போன்று அமைத் தார். எடுத்துக்காட்டாக *Solanum melongena* என்ற இரட்டைப் பெயரில், *Solanum* என்பது பேரினப்பெயர்; *melongena* என்பது சிற்றினப் பெயர். இரண்டும் சேர்ந்து கத்திரித் தாவரத்தைக் குறிக்கும். *Solanum tuberosum* என்ற பெயர் உருளைக்கிழங்கு தாவரத்தைக் குறிக்கும். இதுபோன்று *4200* பிராணிகளுக்கும் *7700* தாவரங்களுக்கும் இலின்னேயஸ் அறிவியல் பெயரைச் (இரட்டைச் பெயரை) சூட்டினார் என்பது குறிப்பிடத்தக்கது.

இலின்னேயஸின் வகைப்பாட்டுத் திட்டத்தை மிகவும் குறை கூறியவர்களுள் குறிப்பிடத்தக்கவர் பூஃபன் *(1707-1788)* என்ற பிரான்ஸ் நாட்டு அறிஞராவார். இலின்னேயஸ் போன்றே இவரும் மதப்பற்று உடையவர்; எனினும் இயற்கையில் செயல்படும் விதி களிலும் விசைகளிலும் நம்பிக்கை உடையவர். *32* வயதுக்குள் இராயல் தோட்டத்தின் நிர்வாக இயக்குநராக பதவி பெற்ற இவர், **1745**ஆம் ஆண்டு தன்னுடைய **Histoire Naturelle** *(=**இயற்கை வரலாறு**)* என்ற அறிவியல் கலைக் களஞ்சியப் படைப்பைத் தொடங்கினார். தன்னுடைய வாழ்நாளுக்குள் இவர் *36* தொகுதி

களை வெளியிட்டார். இவருடைய மற்ற 8 தொகுதிகள் இவர் இறந்தபின் வெளியிடப் பட்டன. மொத்தம் 44 தொகுதிகளை 50 ஆண்டுகளுக்குள் இவர் படைத்தது மிகவும் குறிப்பிடத்தக்க செயலாகும். தன்னுடைய படைப்புகள் மூலம், இலின்னேயஸின் வகைப் பாட்டுத் திட்டம் மிகவும் செயற்கையானது என்றும், அதனைப் பயன்படுத்தி இயற்கையில் எப்பொழுதுமே படிப்படியாக நடைபெறும் நிகழ்வுகளை சரியாக அறிந்துகொள்ள முடிய வில்லை என்றும் அவர் வலியுறுத்தினார். உயிரி சங்கிலித் தொடரில், இரண்டு அடுத்தடுத் மட்டங்களில் உள்ள இரண்டு சிற்றினங்களை இணைக்கும் வகையில் இயற்கையில் சிற்றினங் கள் இருக்க வேண்டும் என்றும், இவை அந்த இரண்டு சிற்றினங்களின் பண்புகள் சிலவற்றை யாவது பொதுவாகப் பெற்றிருக்க வேண்டும் என்றும் வலியுறுத்தினார்.

இலமார்க்கும் வகைப்பாட்டிய்லுக்கு அருந்தொண்டு ஆற்றியுள்ளார். முதுகெலும் பற்ற (invertebrate) பிராணிகளைப் பற்றிய 7 தொகுதி நூலான **History of Invertebrates** என்ற நூலை அவர் எழுதியுள்ளார். முதுகெலும்புள்ள, முதுகெலும்பு அற்ற (invertebrate) ஆகிய சொற் றொடர்களை முதன் முதலில் பயன்படுத்திய வரும் அவர்தான். இதன் அடிப்படையில் தான் இன்று பிராணிகள் இரண்டு மிகப் பெருந் தொகுதிகளாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன என்பது குறிப்பிடத்தக்கது. தேள்களையும் சிலந்திகளை யும் பூச்சிகளிலிருந்து வேறுபடுத்தியவர் இவர்தான். மேலும், உயிரியலைக் குறிக்கும் Biology என்ற சொல்லையே இவர் தான் முதன் முதலில் பயன்படுதினார் என்பது குறிப்பிடத் தக்கது.

மேலே விவரிக்கப்பட்ட உயிரியல் வகைப்பாட்டுத் திட்டங்கள் உயிரிகளின் ஒருசில பண்புகளுக்கு அதிக முக்கியத்துவம் கொடுத்தன என்பதும், அவையனைத்தும் உள்ளுணர்வு அடிப்படையில் (intuitive bases) உருவாக்கப்பட்டவை என்பதும் இங்கு குறிப்பிடத்தக்கது. இவற்றின் காரணமாக வகைப்பாட்டில் (Taxonomy) ஒரு தற்சார்பு (subjective) அறிவியல் துறையாக மாறிவிட்டது. முதலிலேயே முடிவு செய்யப்பட்ட கருத்துக்கள் மற்றும் அடிப்படைகள் (*a priori* considerations) வகைப்பாட்டியலை ஆக்ரமித்தன. இதன் காரணமாக, மைக்கேல் அடன்சன் (Michael Adanson) (1727-1806) அப்பொழுது வழக்கத்தி லிருந்த அனைத்து வகைப்பாட்டுத் திட்டங் களையும் நிராகரித்தார். அவருடைய கருத்துப் படி உயிரிகளின் அனைத்துப் பண்புகளுக்கும் ஒரே அளவு முக்கியத்துவம் கொடுத்து (equal weightage) அந்த அடிப்படையில் வகைப் பாட்டுத் திட்டம் அமைய வேண்டும் என்று வலியுறுத்தினார். இது தற்சார்புத் தன்மையை விலக்கி புறநோக்குத் தன்மையை (objectivity) வகைப்பாட்டியலில் புகுத்தும் என்று அவர் மேலும் வலியுறுத்தினார். நீண்டகால இடைவெளிக்குப் பின்பு அடன்சனின் கருத்துக் களின் அடிப்படையில் பல புதிய வகைப் பாட்டுத் திட்டங்கள் 20ஆம் நூற்றாண்டின் பிற்பகுதியில் எண்சார் வகைப்பாட்டியல் அல்லது வகைப்பாட்டு அளவியல் (Numerical Taxonomy or Taxonometrics) என்ற தலைப்புகளின் கீழ் வெளியிடப்பட்டுள்ளன. இதைத் தவிர, உயிரிகளுக்கிடையே காணப்படும் ''இயல்பான தொடர்புகளுக்கு'' (Natural relationships) வகைப்பாட்டியலில் முக்கியத்துவம் கொடுக்கப்படுவதும் வலியுறுத்தப்பட்டது. இதன் காரணமாக, ஜார்ஜ் பெந்தாம் (George Bentham) (1800-1884) மற்றும் ஜோசப் டால்டன் ஹீக்கர் (Joseph Dalton Hooker) *(1817-1911)* ஆகியோர் இணைந்து ''இயல்புத் தொடர்பு'' அடிப்படையில் ஒரு தாவர வகைப்பாட்டுத் திட்டத்தை உருவாக்கினர்.

டார்வினின் பரிணாமக் கொள்கைக்குப் பின், உயிரி வகைப்பாட்டு முயற்சிகளில் பரிணாமக் கருத்துக்களுக்கு முக்கியத்துவம் கொடுக்கப்பட ஆரம்பித்தன. பரிணாம அடிப்படை வகைப்பாட்டுத் திட்டங்கள் (evolutionary classification systems) பல தோன்றின. பரிணாம வளர்ச்சியில் பிற்பட்ட (primitive) மற்றும் மேம்பட்ட (advanced) உயிரித் தொகுதி

கள் கண்டறியப்பட்டன. முதல்வகைத் தொகுதிகள்வகைப்பாட்டுத் திட்டத்தின் ஆரம்பத்திலும் இரண்டாவது வகைத் தொகுதிகள் திட்டத்தின் முடிவுப் பகுதியிலும் ஒழுங்குபடுத்தப்பட்டன. இந்த வகைப்பாட்டுத் திட்டங்களுக்கு எடுத்துக் காட்டாக எங்லர் (Engler) மற்றும் பிராண்டில் (Prantl) ஆகியோரின் திட்டத்தைக் குறிப்பிடலாம். எவை பிற்பட்ட உயிரித் தொகுதிகள் எவை மேம்பட்ட உயிரித் தொகுதிகள் என்று இனம் காட்டுவதில் சிக்கல்கள் இருந்தாலும், பரிணாம வகைப்பாட்டுத் திட்டங்கள் தற்பொழுது மிகவும் பிரபலமடைந்துள்ளன. பரிணாம வளர்ச்சியைச் சுட்டும் மரப்படங்கள் (dendrograms) கணினிசார் முறைகள் மூலம் வரையப்படுகின்றன. இவற்றிற்கு அடிப்படையாக உயிரிகளின் புறத்தோற்ற பண்புகள் மட்டுமின்றி உள்ளமைப்பியல், கருவியல், செல்லியல், சூழலியல், வேதியியல், மூலக்கூறு இயல், மரபியல் போன்ற பலதுறைப் பண்புகள் எடுத்துக்கொள்ளப்படுகின்றன. 16s RNA, DNA அடிஇணை (base pair) எண்ணிக்கைகள், DNA தொடர் வரிசை (sequence), மரபுக்கூறு இடைத் தூரங்கள் (genetic distances), புரதத்தொடர் வரிசை (protein sequence) போன்ற பண்புகள் அண்மைக் கால பரிணாம வகைப்பாட்டியல் ஆய்வுகளில் பரிணாம மரப்படங்கள் உருவாக்கப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இதற்கான மென்பொருட்கள் (soft wares) பல உள்ளன. அண்மைக்கால உயிர்-தகவலியலின் (Bio-informatics) ஒரு அங்கமாக இந்த ஆய்வுகள் அமைகின்றன என்பது குறிப்பிடத்தக்கது.

5) உயிரின் பொதுமொழி

அ] செல் அமைப்பு (Cell structure)

சீசா கார்க்கின் (bottle cork) குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றத்தை 1665ஆம் ஆண்டு நுண்ணோக்கி மூலம் ஆய்வு செய்தபோது இராபெர்ட் ஹூக் முதன்முதலில் செல்களைக் கண்டறிந்தார். (எனினும், பார்க்க பக்கம் 130) இந்த செல்கள் தடிப்பான சுவர்கள் கொண்டு

படம் V.5. கிரிகார் யோகான் மெண்டல்

தேனடையின் (honey comb) அறைகள் போன்று காட்சியளித்ததால் அவற்றிற்கு செல் என்ற பெயரைச் சூட்டினார். செல்களைப் பற்றிய ஆரம்பகால விவரங்கள் பெரும்பாலும் தாவர செல்களின் ஆய்விலிருந்து தான் பெறப்பட்டன. இதற்குக் காரணம், தாவரங்களின் செல்களைச் சுற்றி செல் சுவர்கள் இருப்பதால் அவற்றை எளிதாகக் கண்டறிந்து ஆய்வு செய்யலாம். நுண்ணோக்கிகளின் முன்னேற்றத்தாலும், சிறப்பான சாயமேற்றும் (staining) முறைகளாலும் (க்ரு என்பவர் தான் செல்களைச் சாயமேற்றி ஆய்வு செய்யலாம் என்று எடுத்துக் காட்டினார்) செல்களைப் பற்றிய பல விவரங்களை ஒன்றன்பின் ஒன்றாக அறியப்பட்டன. 1831ஆம் ஆண்டு இராபெர்ட் பிரௌன் செல்லின் நூக்லியஸை (= ''சிறிய கொட்டை'' என்று இலத்தீனில் பொருள்படும்) கண்டு பிடித்தார். ஆனால் அதனுடைய முக்கியத் துவத்தைப் பற்றியோ வேலைகளைப் பற்றியோ அவருக்குத் தெரியவில்லை. 1835ஆம் ஆண்டு செக்கோஸ்லொவேகியா நாட்டைச் சேர்ந்த

பூர்கின்யே (Purrkinje) என்ற அறிஞர், தோல் போன்ற பிராணிகளின் திசுக்களும் செல்களால் ஆனவை என்று முதன்முதலில் எடுத்துரைத்தார். *1838*ஆம் ஆண்டு ஷ்லைடன் (Schleiden) (1804-1881) என்பவர் எல்லா தாவர திசுக்களும் செல்களால் ஆனவை என்றும் அவை தான் தாவரங்களின் அடிப்படை அமைப்பு மற்றும் செயல் அலகுகள் (structural and functional units) என்றும் எடுத்துரைத்தார். இதே கருத்தைப் பிராணிகளுக்கு அடுத்த ஆண்டு *(1839)* ஷ்வான் (Schwann) (1810-1882) என்பவர் எடுத்துரைத்தார். இதன் காரணமாக, இந்த இருவருமே ''செல் கொள்கை''யை (cell theory) உருவாக்கியவர்கள் என்ற பெயரினைப் பெற்றனர். கூடிய விரைவிலேயே நவீன உயிரியலின் முக்கியமான மற்றும் அடிப்படையான கொள்கையாக செல் கொள்கை செயல்பட்டது. ஒளி நுண்ணோக்கிகளின் (light microscope) பல்வேறு முன்னேற்றங்களாலும், பல்வேறு வகை ஒளிக் கற்றைகளைப் பயன்படுத்தும் திறமைகளாலும், எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கிகளின் (electron microscopes) கண்டுபிடிப்பாலும், பல்வேறு உயிரிகளின் செல்களின் நுண்அமைப்பு தெளிவாகியது. செல்லின் பல்வேறு உட்கூறுகளின் (organelles) நுண்ணமைப்பும் தெரியவந்தது. செல் பிரிவடையும்போது உண்டாகும் குரோமோசோம்களை வால்தர் ஃபிளெமிங் (Walther Fleming) *1880*ஆம் ஆண்டுகளில் கண்டுபிடித்தார். செல் பிரிவின் போது எவ்வாறு குரோமோசோம்கள் நீள்வாட்டத்தில் இரண்டாகப் பிரிந்து, பிரிந்த பகுதிகள் செல்லின் இரண்டு மகள் நூக்லியஸ்களுக்கும் (daughter nuclei) பகிர்ந்தளிக்கப்படுகின்றன என்ற விவரமும் தெளிவாக்கப்பட்டன. செல் சுவர் தாவர, பூஞ்சை மற்றும் பாக்டீரிய உயிரிகளில் மட்டும் காணப்படுகின்றது. பிராணிகளின் செல்லின் காணப்படுவதில்லை என்ற விவரமும் தெளிவாக்கப்பட்டது.

ஆ] மரபியலின் ஆரம்ப வரலாறு

கிரிகார் யோகான் மெண்டல் (1882-1884) (படம் V.5), ஆஸ்திரியா நாட்டு மோராவியா (Moravia) பகுதியிலுள்ள ப்ருன் (Brunn) நகர அகஸ்டியன் கிறித்துவ மடாலயத்தில் *21* வயதில் பாதிரியாராகச் சேர்ந்தார். *1851*ஆம் வருடம் அவரை மடாலயம் வியன்னா (Vienna) பல்கலைக்கழகத்திற்குக் கல்வி பயில அனுப்பியது. அங்கு அவர் கணிதத்திலும் அறிவியலிலும் பயிற்சி பெற்றபின்பு, தன்னுடைய மடத்தைச் சேர்ந்த பள்ளியில் *1854*ஆம் ஆண்டு ஆசிரியராகப் பணியேற்றார். *1856* முதல் *1964*ஆம் ஆண்டு வரை தன்னுடைய மடத்தின் தோட்டத்தில் பட்டாணி தாவரங்களை வளர்த்து அவற்றில் மரபியல் பற்றிய ஆய்வுகளை மேற்கொண்டார். பட்டாணி தாவரத்தைத் தன்னுடைய ஆய்வுக்காகத் தேர்ந்தெடுத்ததில் அவர் மிகுந்த அதிர்ஷ்டசாலி ஆவார். ஏனெனில் (i) இத்தாவரத்தில் கலப்பில்லாத தூய வகைகள் (pure strains) பல இருந்தன. இந்த வகைகள் இரண்டு முற்றிலும் மாறுபட்ட பண்புகளான உயரமான அல்லது குட்டையான (dwarf) உடலமைப்பையோ, மஞ்சள் அல்லது பச்சைநிற விதைகளையோ, உருண்டையான அல்லது சுருங்கிய விதைகளையோ பெற்றிருந்தன (ii) இந்தப் பண்புகளைக் கட்டுப்படுத்தும் ''காரணிகள்'' (factors) (பின்னால் ஜீன்கள் என்று அழைக்கப்பட்டவை) தனித்தனி குரோமோசோம்களில் அமைந்திருந்தன. எடுத்துக்காட்டாக மஞ்சள்/பச்சை நிற விதைகளைக் கட்டுப்படுத்தும் காரணிகள் ஒரு குரோமோசோமிலும் உருண்டை/சுருங்கிய விதைகளைக் கட்டுப்படுத்தும் காரணிகள் வேறு குரோமோசோமிலும் அமைந்திருந்தன, மற்றும் (iii) பட்டாணி தாவரங்களைத் தற்கலப்பு (selfing) அல்லது அயல் கலப்பு (crossing) செய்யலாம்.

மெண்டல் முற்றிலும் மாறுபட்ட பண்புகளைக் கொண்ட தாவரங்களை (எடுத்துக்காட்டாக உயரமான தாவரத்தையும், குட்டையான தாவரத்தையும்) கலப்பு செய்தார். கலப்புக்கு உட்படுத்தப்பட்ட தாவரங்களின் விதைகளைக் கவனமாகச் சேகரித்து அவற்றை முளைக்க வைத்து அவற்றிலிருந்து தோன்றும் கலப்பின (hybrid) வழித்தோன்றல் தாவரங்களின்

பண்புகளைக் கவனமாக குறித்துக் கொண்டார். பின்பு இந்தக் கலப்பின தாவரங்களுக்கிடையே கலப்பு செய்தார். இந்தக் கலப்பு மூலம் கிடைக்கும் விதைகளின் வழித்தோன்றல் தாவரங்களின் பண்புகளையும் மிக கவனமாகக் குறித்துக் கொண்டார். ஒவ்வொரு கலப்புச் சோதனையையும் பலமுறை தொடர்ந்து மேற்கொண்டு முடிவுகளையும் புள்ளிவிவரங்களையும் சேகரித்துக் கொண்டார். தன்னுடைய பல்வேறு சோதனைகளின் அடிப்படையில் பின்வரும் முடிவுகளை அவர் வெளியிட்டார்.

(i) உயிரிகளின் அனைத்துப் பண்புகளையும் தனித்தனியாக ஒரு இணைக் காரணிகள் (a pair of factors) கட்டுப் படுத்துகின்றன. இது அலகு பண்புகளின் விதி (Law of unit characters) எனப் படும். எடுத்துக்காட்டாக, தாவரத் தின் உயரத்தன்மை TT என்ற ஒரு இணைக் காரணிகளால் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. தாவரத்தின் குட்டைத் தன்மை tt ஒரு இணைக் காரணிகளால் கட்டுப் படுத்தப்படுகிறது. மஞ்சள் விதைத் தன்மை YY என்ற காரணிகளாலும், உருண்டை விதைத்தன்மை RR என்ற காரணிகளாலும் கட்டுப் படுத்தப்படுகின்றன.

(ii) இரண்டு முற்றிலும் மாறுபட்ட பண்புகளில் (எடுத்துக்காட்டாக, உயரத் தன்மை/குட்டைத் தன்மை அல்லது மஞ்சள் விதை / பச்சை விதை அல்லது உருண்டை விதை / சுருங்கிய விதை) ஒரு பண்பு ஓங்கிய பண்பு (dominant character) ஆகவும் மற்றொன்று ஒடுங்கிய பண்பு (recessive character) ஆகவும் திகழ்கின்றன. மேற்கூறிய இணைப் பண்புகளில் உயரத் தன்மை, மஞ்சள் விதை, உருண்டை விதை போன்றவை ஓங்கியப் பண்புகள்; குட்டைத் தன்மை, பச்சை விதை மற்றும் சுருங்கிய விதை போன்றவை ஒடுங்கியப் பண்புகள். இதன் காரணமாக, ஒரு தூய உயரமான (Pure tall) தாவரத்தையும் (TT), ஒரு தூய குட்டையான (Pure dwarf) தாவரத்தையும் (tt) கலப்பு செய்யும்போது முதல் சந்ததியில் (F_1 சந்ததி) (first filial generation or F_1) தோன்றும் எல்லாத் தாவரங் களுமே உயரமானவையாக இருக் கின்றன. இந்த விதி மெண்டலின் இரண் டாவது விதி அல்லது ஓங்குத்தன்மை விதி (Law of dominance) எனப்படும். இவ்விதியின்படி, இரண்டு முற்றிலும் மாறுபட்ட பண்புடைய தூயதாவரங் களைக் கலப்பு செய்யும் போது, அந்த கலப்பின் விளைவாக முதல் சந்ததியில் தோன்றும் அனைத்துத் தாவரங்களிலும் ஏதாவது ஒரு பண்புதான் ஓங்கி யிருக்கும். மற்றொரு பண்பு வெளிப் படாது. இத்தகைய கலப்பு ஒரு பண்புக் கலப்பு (monohybrid cross) எனப்படும்.

(iii) ஒரு பண்புக் கலப்புச் சோதனையின் F_1 சந்ததியில் ஏதாவது ஒரு பண்புதான் ஓங்கியிருக்கும் என்றாலும், புறத் தோற்றத்தில் தான் (phenotypically) அந்த பண்பு காணப்படுமே தவிர, அகத் தோற்றத்தில் (genotypically) அந்த கலப்புத் தாவரங்கள் அனைத்துமே இரண்டு மாறுபட்ட காரணிகளையும் பெற்றிருக்கும். எடுத்துக்காட்டாக TT என்ற காரணிகள் கொண்ட தூய உயரத் தாவரத்தையும், tt என்ற காரணிகள் கொண்ட தூய குட்டைத் தாவரத்தையும் கலப்பு செய்யும்போது F_1 சந்ததி தாவரங்கள் Tt என்ற காரணிகளைக் கொண்டிருக்கும். ஆனால் T காரணி t காரணியைவிட ஓங்கியிருப்பதால் எல்லாத் தாவரங்களும் புறத்தோற்றத் தில் உயரத் தன்மையைக் கொண்டி ருக்கும். TT நிலையும், tt நிலையும் ஒத்தகாரணி நிலை (homozygous condition) என்றும், Tt என்ற F_1 நிலை வேறுபட்ட காரணிநிலை (heterozygous condition) என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன.

(iv) ஒரு தாவரத்தின் வெவ்வேறு பண்புகள் ஒன்றை ஒன்று சார்ந்திராமல் தனித் தனியாக பிரிதலடைகின்றன என்ற உண்மையை மெண்டலின் மூன்றாவது விதியான ''தனித் தனியான பிரிதல் விதி'' (Law of Independent assortment) விளக்குகிறது. இந்த உண்மையை இரு பண்பு கலப்புச் சோதனைகள் (Dihybrid cross) மூலம் மெண்டல் நிரூபித்தார். எடுத்துக்காட்டாக, மஞ்சள் மற்றும் உருண்டை விதைகளைக் கொண்ட ஒரு தூய தாவரத்தை (YYRR) பச்சை மற்றும் சுருங்கிய விதைகளைக் கொண்ட மற்றொரு தூய தாவரத்துடன் (yyrr) கலப்பு செய்யும்போது F_1 சந்ததி தாவரங்கள் அனைத்துமே மஞ்சள், உருண்டை விதைப் பண்புகளைக் கொண்டிருந்த வேறுபட்ட காரணி நிலை (YyRr) தாவரங்களாகும். இந்த F_1 தாவரங்களைத் தற்கலப்பு செய்யும் போது ஆரம்பத்தில் ஒன்றாக இருந்த மஞ்சள் விதைத்தன்மையும், உருண்டை விதைத் தன்மையும் F_2 சந்ததியில் தனித்தனியாகப் பிரிந்து விடுகின்றன. இதேபோன்று ஆரம்பத்தில் ஒன்றாக இருந்த பச்சை விதைத் தன்மையும், சுருங்கிய விதைத் தன்மையும் F_2 சந்ததியில் தனித்தனியாகப் பிரிந்து விடுகின்றன. F_2 சந்ததிகளின் தாவரங் களை வெளித் தோற்ற அடிப்படையில் பார்க்கும் போது அவற்றில் 9:3:3:1 என்ற விகிதத்தில் மஞ்சள், உருண்டை விதை கள் கொண்ட தாவரங்கள் *(9)*, மஞ்சள் சுருங்கிய விதைகள் கொண்ட தாவரங் கள் *(3)*, பச்சை உருண்டை விதைகள் கொண்ட தாவரங்கள் *(3)* மற்றும் பச்சை சுருங்கிய விதைகள் கொண்ட தாவரங் கள் *(1)* ஆகிய விகிதத்தில் முறையே காணப்படுகின்றன. மஞ்சள் விதைப் பண்பு உருண்டை விதைப் பண்போடு தான் இருக்கவேண்டும் என்றில்லாமல் சுருங்கிய விதைப் பண்போடும் இணைந்து காணப்படலாம் என்ற உண்மை இதிலிருந்து தெளிவாகிறது. இதேபோன்று தான் பச்சை விதைப் பண்பு சுருங்கிய விதைப் பண்போடு தான் இணைந்து காணப்படும் என்றில் லாமல் உருண்டைவிதைப் பண்போ டும் கலக்கலாம்.

தன்னுடைய முடிவுகளை இரண்டு ஆய்வுக் கட்டுரைகள் மூலம் மெண்டல் 1865ஆம் ஆண்டும், *1869*ஆம் ஆண்டும் Transactions of the Brunn Natural History Society சஞ்சிகையில் பிரசுரித்தார். மெண்டலின் படைப்பையும் அதன் முக்கியத்துவத்தையும் அவருடன் வாழ்ந்த உயிரியல் அறிஞர்களால் அறிந்து கொள்ள முடியவில்லை என்பது மிகவும் வருந்தத்தக்கது. அவர் படைப்பில் காணப்பட்ட கணக்கியல் புள்ளி விவரங்கள் இதற்குக் காரணமாக இருந்திருக்கலாம். இவற்றை உயிரியல் அறிஞர்களால் புரிந்துகொள்ள முடியாத நிலை இருந்திருக்கலாம்; கணக்கியல் அறிஞர்களுக்கு இவருடைய படைப்பில் இருந்த உயிரியல் உண்மைகள் புரிந்துகொள்ள முடியாமல் இருந்திருக்கலாம் அல்லது அவர் பிரசுரம் செய்த சஞ்சிகையை மற்ற அறிவியல் அறிஞர்கள் பார்க்க வாய்ப்பு இல்லாமல் இருந்திருக்கலாம். ஏறத்தாழ 35 ஆண்டுகளுக்குப் பின் அவருடைய படைப்புகள் வெளிச்சத்திற்கு கொண்டு வரப்பட்டன. இதனை வெளிச்சத் திற்கு கொண்டுவந்த மூவரில் ஹாலந்து நாட்டைச் சேர்ந்த டி விரிஸும் ஒருவர். இறந்த பின் புகழடைந்த ஒரு சிலரில் மெண்டலும் ஒருவர். இவருடைய படைப்பு பாரம்பரிய இயலின் முன்னோடி (Pioneer work in Heredity) என்றால் அது மிகையாகாது.

வில்லியம் பேட்சன் (William Bateson) (1861-1926) என்ற ஆங்கில அறிஞர் தன்னுடைய ஆய்வுப் படைப்புகள் மூலம் மெண்டலின் முடிவுகளை வலிமையாக ஆதரித்தார். எனினும், மெண்டலின் விதிகளின்படி நடை பெறாத ஒரு சில மரபுச் செயல்களையும் அவர் வெளிக் கொணர்ந்தார். எடுத்துக்காட்டாக, ஒரு

உயிரியின் எல்லாப் பண்புகளுமே தனித்தனியாக அதன் வழித் தோன்றல்களால் பெறப்படுவதில்லை (not inherited). ஒருசில பண்புகள் ஒன்றாக இணைந்து (linked) தான் அடுத்த சந்ததியில் வெளிப்பாடு பெறுகின்றன. மரபியலைக் குறிக்கும் Genetics என்ற சொல்லையும் பேட்சன்தான் உருவாக்கினார். 1909ஆம் ஆண்டு, குரோமோசோம்களில் காணப்படும் மெண்டலின் காரணிகளுக்கு, ஜீன்கள் (genes) என்ற பெயரை டென்மார்க் நாட்டு தாவரவியல் அறிஞர் வில்ஹெல்ம் யோஹான்சென் (Wilhelm Jobansen) சூட்டினார். எனினும் அந்தக் காலக்கட்டத்தில் ஜீன் என்பது என்ன என்றும் மரபுத் தகவல்களை அது எவ்வாறு எடுத்துச் செல்கிறது என்பதும் எவருக்கும் தெரியவில்லை.

இந்த நிலையில்தான் தாமஸ் ஹண்ட் மார்கன் (Thomas Hunt Morgan) தன்னுடைய மரபியல் ஆய்வுகளைப் பழப்பூச்சியான டிராஸோஃபைலாவில் தொடங்கினார். சோதனைக் கூடத்தில் மிக எளிமையான வாழைப்பழ கூழில் வளரும் இந்தப் பூச்சியை மிகக் குறுகிய காலத்தில் அதிக அளவில் இனப்பெருக்கம் செய்யலாம். ஒரு வருடத்தில் 30 சந்ததிகளை உருவாக்கும் இப்பூச்சியின் செல்களில் நான்கே நான்கு குரோமோசோம்கள் இருப்பதும் இது மரபியல் ஆய்வுக்கு மிகவும் பயனுள்ள கருவியாக தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டதற்கு முக்கியக் காரணமாகும். இந்தப் பூச்சியைக் கொண்டு செய்யப்பட்ட பல்வேறு ஆய்வுகளின் அடிப்படையில் குறிப்பிட்ட ஜீன்கள் குறிப்பிட்ட இடங்களில் குரோமோசோம்களில் நீள் வரிசையாக அமைந்துள்ளன (ஒரு நூலில் கோர்த்த மணிகள் போன்று) என்று 1911ஆம் ஆண்டு எடுத்துக்காட்டினார். ஒருசில ஜீன்கள் பூச்சியின் பால் தன்மையைக் கட்டுப்படுத்தும் பால் குரோமோசோம்களில் (Sex chromosomes) அமைந்துள்ளன என்றும் அவர் எடுத்துரைத்தார். இதன் காரணமாக ஒருசில பண்புகள் ஆண் அல்லது பெண் பூச்சிகளில் மட்டும் காணப்படுவதையும் அவர் எடுத்துக்காட்டினார். எடுத்துக்காட்டாக, வெண்மைநிற கண் என்ற சடுதி மாற்றப் பண்பு (mutant character) ஆண்பூச்சிகளில் மட்டும் காணப்படுகின்றன; சிவப்பு நிற கண்கள் ஆண், பெண் இரண்டிலும் காணப்படுகின்றன. மேலும் ஜீன்கள் எல்லாம் ஒன்றன்பின் ஒன்றாக இணைந்து குரோமோசோம்களில் காணப்படுகின்றன என்ற ஜீன் இணைவுக் கருத்துருவை (gene linkage concept) யும், பால் குரோமோசோம்களில் மட்டும் ஒருசில குறிப்பிட்ட ஜீன்கள் அமைந்திருக்கின்றன என்பதைக் குறிப்பிடும் பால்தொடர்பு (sex-linkage) கருத்துருவையும் அவர் முதன் முதலில் உருவாக்கினார். மார்கனின் ஆய்வுகளில் தான் ஜீன் வரைபடங்கள்[1] (Gene maps) தொடங்கின. இவருடைய ஆய்வுகளின் மூலம் தான் மெயோசிஸ் (meiosis) செல்பகுப்பின் போது ஜீன் பரிமாற்றம் ஒத்த குரோமோசோம்களுக்கிடையில் (homologous chromosomes) குறுக்கே-தாண்டல் (cross-over) என்ற நிகழ்வு மூலம் ஏற்படுகின்றது என்பது தெளிவாகியது. மார்கன் தன்னுடைய சக ஆய்வாளர்களான ஸ்டர்டிவான்ட் (Sturtevant), முல்லர் (Muller) மற்றும் பிரிட்ஜ் (Bridge) போன்றவர்களுடன் சேர்ந்து **The Mechanism of Mendelian Heredity** ***(=மெண்டலின் பாரம்பரியியல் பற்றிய செயல்பாடு முறை)*** என்ற நூலை 1915ஆம் ஆண்டு எழுதினார். மீண்டும் 1926ஆம் ஆண்டு **The Theory of Gene** ***(= ஜீன் பற்றிய கொள்கை)*** என்ற நூலை எழுதினார். அவருடைய அறிவியல் சேவை யைப் பாராட்டி 1933ஆம் ஆண்டில் வாழ்வியல் அல்லது மருத்துவத்திற்கான நோபல் பரிசு மார்கனுக்கு வழங்கப்பட்டது. 1951ஆம் ஆண்டு பார்பரா மெக்கிளிண்டாக் (Barbara McClintock) மக்காச்சோளத் தாவரத்தில் ஜீன்கள் குரோமோ சோம்களில் நீள் வரிசையில் தமக்கென்று குறிப்பிட்ட இடங்களில் அமைந்திருந்தாலும், ஒரு சில ஜீன்களாவது

1. குரோமோசோம்களில் அமைந்துள்ள வெவ்வேறு ஜீன்களின் இடங்களைக் கண்டுபிடித்து, குறித்து, தயாரிக்கப்படும் படங்கள்

அடிக்கடி இடம் பெயரக்கூடும் என்று தகுந்த ஆதாரங்களுடன் நிரூபித்தார். இத்தகைய ஜீன்கள் குதிக்கும் ஜீன்கள் (jumping genes), நடக்கும் ஜீன்கள் (walking genes), இடம் பெயரிகள் (transposons) அல்லது இடம் பெயரும் கூறுகள் (transposable elements) என்று அழைக்கப்படுகின்றன. அதாவது, ஜீன்கள் குரோமோசோம்களில் நிலையான இடத்தில் எப்பொழுதுமே அமைந்திருக்க வேண்டும் என்ற நியதி இல்லை என்ற இவருடைய கருத்து, 1970ஆம் ஆண்டுக்கு பின்னால்தான் மிகவும் முக்கியமானது என்றும், ஜீன் செயல்பாட்டில் ஒரு வியக்கத்தக்கத் திருப்பத்தை ஏற்படுத்த வல்லது என்றும் தெரியவந்தன. 1981ஆம் ஆண்டின் வாழ்வியல் அல்லது மருத்துவத்திற் கான நோபல் பரிசை தன்னுடைய 81ஆம் வயதில் பார்பரா பெற்றார் என்பது குறிப்பிடத் தக்கது.

1869ஆம் ஆண்டு செல்லின் நூக்லியஸில் நூக்லிய அமிலங்கள் காணப்படுவதைப் பிரடெரிக் மிஷர் (Friedrich Miescher) கண்டு பிடித்தார். 20ஆம் நூற்றாண்டின் ஆரம்பத்தில் ஃபீபஸ் இலெவீன் (Phoebus Levene) (1869-1940) என்ற ரஷ்யநாட்டில் பிறந்த அமெரிக்க அறிஞர், உட்கரு அமிலங்களில் தன்னுடைய ஆய்வு களைத் தொடங்கினார். 1901ஆம் ஆண்டு ஐந்து-கார்பன் சர்க்கரையான ரைபோஸ் (ribose) ஒரு நூக்லிய அமிலத்தில் காணப்படுவதை அறிந்தார். இந்த நூக்லிய அமிலம் ரைபோ நூக்லிய அமிலம் (ribonucleic acid) என்று அறியப்பட்டது (சுருக்கமாக RNA என்று அழைக்கப்படுகிறது). 1929ஆம் ஆண்டு இன்னொரு நூக்லிய அமிலத்தில் ஆக்சிஜனற்ற ரைபோஸ் (deoxyribose) என்ற ஐந்து - கார்பன் சர்க்கரையைக் கண்டு பிடித்தார். இந்த அமிலம் ஆக்ஸிஜனற்ற ரைபோ நூக்லிய அமிலம் (Deoxyribonucleicacid) (சுருக்கமாக DNA என்று அழைக்கப்படுகிறது). உட்கரு அமிலத் தில் ஐந்து கார்பன் சர்க்கரையைத் தவிர நூக்லியோ டைடுகள் (nucleotides) என்ற கட்டுமான அச்சுகள் (building blocks) காணப்படுகின்றன என்றும் இலெவீன் எடுத்துக் கூறினார்.

1944ஆம் ஆண்டு ஆஸ்வால்டு T.ஆவெரி (Oswald T. Avery) மற்றும் காலின் M.மெக்லியோடு (Colin M.Mcleod) என்ற கனடா நாட்டு அறிஞர்கள் இருவரும் அமெரிக்க நாட்டு பாக்டீரியவியல் நிபுணர் (Bacteriologist) மக்லின் மெக்கார்ட்டி (Maclyn McCarty) என்பவருடன் சேர்ந்து செய்த ஆய்வின் மூலம் DNA தான் செல்களில் மரபுத் தகவல்களைச் சுமந்துள்ளன என்று நிரூபித்தனர். *Pneumococcus* என்ற பாக்டீரியத்தின் இரண்டு வகைகளில் (strains) அவர்கள் ஆய்வு செய்தனர். ஒரு வகையில் செல்கள் மழுமழுப்பான செல் சுவரையும் (capsule) மற்றொரு வகையில் செல்கள் சுரசுரப்பான செல் சுவரையும் (rough capsule) பெற்றிருந்தன. மழுமழுப்பான செல்சுவர் கொண்ட செல்களின் DNA ஐ பிரித்தெடுத்து அதனைச் சுரசுரப்பான செல் சுவர் கொண்ட செல்களோடு பெட்ரி தட்டில் (Petri plate) சேர்த்தனர். அவர்களுக்கு வியப்பூட்டும் வகை யில் சுரசுரப்பு செல் சுவர் கொண்ட பாக்டீரியங் களின் வழித்தோன்றல்கள் மழுமழுப்பான செல் உறையைப் பெற்று காணப்பட்டன. இச்சோதனை மூலம் DNA தான் செல்லின் (ஒரு உயிரியின்) பண்புகளை நிர்ணயம் செய்கிறது என்று அவர்கள் வலியுறுத்தினர். இச்சோதனைக்குப் பின் உயிரியல் ஆய்வில் DNA ஒரு மைய இடத்தைப் பிடித்துக்கொண்டது.

இதே சமயத்தில், 1941ஆம் ஆண்டு அமெரிக்காவைச் சேர்ந்த ஜார்ஜ் வெல்ஸ் பீடில் (George Wells Beadle) (1903-1989) என்ற மரபியல் நிபுணரும், எட்வர்ட் இலாரி டேடம் (Edward Lawrie Tatum) (1909-1975) என்ற உயிர் வேதியியல் நிபுணரும் (biochemist) கூட்டாக *Neurospora crassa* என்ற பூஞ்சையில் சடுதி மாற்றங்கள் பற்றி ஆய்வு செய்து கொண்டிருந்தனர். தம்முடைய ஆய்வின் மூலம் ஒரு மிக முக்கியமான முடிவினை அவர்கள் எட்டினர். ஒரு ஜீன் தன்னுடைய கட்டுப்பாட்டை ஒரு குறிப்பிட்ட நொதியை உண்டாக்குவதின் மூலம் இயக்கு கிறது என்றும், இந்த நொதி தன்னுடைய பங்கிற்கு ஒரு குறிப்பிட்ட வேதிய நிகழ்வை கட்டுப்படுத்துகிறது என்றும் இவர்களுடைய

படம் V.6. ஜேம்ஸ் வாட்சனும், ஃபிரான்சிஸ் கிரிக்கும்

ஆய்வு வலியுறுத்தியது. ஒரு சடுதி மாற்றம் ஏற்படும்போது, ஒரு ஜீன் மாற்றமடைகிறது; இதனால் அது ஒரு குறிப்பிட்ட நொதியை உருவாக்க முடிவதில்லை; அந்த நொதியின் கட்டுப்பாட்டில் ஏற்படக்கூடிய வேதிய நிகழ்வும் நடைபெறுவதில்லை. இந்த இடை யூறு உயிரியின் பண்புகளில் அல்லது புறத் தோற்றத்தில் குறிப்பிடத்தக்க மாற்றத்தை ஏற்படுத்துகிறது. ஒவ்வொரு ஜீனும் ஒரே ஒரு நொதி உண்டாக்குதலை மேற்பார்வையிடுகிறது என்ற முடிவுக்கு பீடிலும் டேடமும் வந்தனர். இந்தக் கருத்துரு ''ஒரு ஜீன் ஒரு நொதி கோட்பாடு'' (one gene one enzyme hypothesis) என்று அழைக்கப்படுகிறது. ஜீன் செயல்கள் பற்றி நாம் அறிந்துகொள்ள மிக உதவியாக இருந்த கண்டுபிடிப்புகளில் இவர்களின் கண்டு பிடிப்பும் மிக முக்கியமானது.

20ஆம் நூற்றாண்டின் மைய காலத்திற் குள், DNA வை உண்டாக்கும் அடிப்படை வேதிப்பொருட்கள் அனைத்தும் அறியப் பட்டன. அவையாவன : நான்கு நைட்ரஜன் அடித்தள (nitrogenous bases) பொருட்களான அடினைன் (Adenine) குவனைன் (Guanine), சைட்டோசைன் (Cytosine) மற்றும் தைமைன் (Thymine) (முறையே சுருக்கமாக A, G, C, T என்ற எழுத்துக்களால் சுட்டப்படும்), ஆக்ஸிஜனற்ற ரைபோஸ் சர்க்கரை மற்றும் பாஸ்பேட்கள். ஆனால் அந்தக் காலக்கட்டத்தில் இந்த வேதிப்பொருட் கள் DNA மூலக்கூறில் எவ்வாறு இணைக்கப்பட்டுள்ளன மற்றும் ஒழுங்கு படுத்தப்பட்டுள்ளன என்பதும், DNA வின் முப்பரிமாணத் தோற்றம் எவ்வாறு இருக்கும் என்பதும் தெளிவாகத் தெரியவில்லை. *1950ஆம்* ஆண்டுகளில் இதைப் பற்றி ஆய்வு செய்து கொண்டிருந்தவர்களில் மிக முக்கியமானவர்கள் இலண்டன் நகர, மன்னர் கல்லூரியில் (King's College) ஆய்வு செய்து கொண்டிருந்த மாரிஸ் வில்கின்ஸ் (Maurice Wilkins) மற்றும் அவருடைய உதவியாளரான உரோசலிண்ட் ஃபிராங்க்லின் (Rosalind Franklin) [இவர்கள் இருவரும் x கதிர் படிகவியல் (x-ray crystallography) சோதனைகள் மூலம் DNA வின் அமைப்பை ஆய்வுசெய்து கொண்டிருந்தனர்], அமெரிக்காவைச் சேர்ந்த இலைனஸ் பாலிங் (Linus Pauling) (இவர் DNA வின் முப்பரிமாணத் தோற்றம் பற்றி ஆய்வு செய்து கொண்டிருந் தார்), மற்றும் அமெரிக்காவின் கொலம்பியா பல்கலைக்கழகத்தைச் சேர்ந்த எர்வின் சார்காஃப் (Erwin Chargaff) (இவர் DNA வின் நைட்ரஜன் அடித்தளப் பொருள்கள் எவ்வாறு ஒழுங்குபடுத்தப்பட்டு DNA வில் அமைந் துள்ளன என்று ஆய்வு செய்து கொண்டிருந்தார்). இத்தருணத்தில் DNA ஆய்வில் தன்னைப் புதிதாக ஈடுபடுத்திக் கொள்ள நுழைந்தவர் மிகுந்த பேரார்வம் கொண்ட ஜிம் வாட்சன் (Jim Watson) *(பிறந்தது 1928)* என்ற அமெரிக்க இளைஞர். அவர் பிரிட்டனைச் சேர்ந்த பிரான் சிஸ் கிரிக் (Francis Crick) *(படம் V.6)* என்பவ ருடன் கூட்டு சேர்ந்து DNA வின் அமைப்பைத் தெளிவாக்கினார். DNA வின் முப்பரிமான அமைப்பு ''இரட்டைச் சுருள் உருப்படிவம்'' (Double Helix model) கொண்டது என்று அவர்கள் எடுத்துக்காட்டினர். *(கட்டம் V.2.)*

கட்டம் V.2. DNA இரட்டைச் சுருள் உருவப்படிவத்தின் கதை

சிகாகோ பல்கலைக்கழகத்தில் அறிவியல் மற்றும் தத்துவஇயலில் தனித் தனியாக இளங்கலை அறிவியல் பட்டம் பெற்ற பின், ஜிம் வாட்சன் டென்மார்க்கின் கோபன்ஹாகன் நகரத்திற்கு முதுகலை அறிவியல் பட்டம் பெறச் சென்றார். அங்குஅவர் தற்செயலாக மாரிஸ் வில்கின்ஸைச் சந்தித்தார். இந்தச் சந்திப்பினால் உந்தப்பட்ட அவர், இலண்டன் நகருக்குச் சென்று DNA வைப் பற்றி மேலும் அறிய அவா கொண்டு, அதற்கான முயற்சிகளில் ஈடுபட்டார். ஆனால் லண்டன் சென்றடைய முடியாமல் கேம்பிரிட்ஜ் நகரில் உள்ள காவண்டிஷ் ஆய்வுக்கூடத்தில் பிரான்சிஸ் கிரிக் என்பவருடன் சேர வேண்டிய நிர்பந்தம் ஏற்பட்டது. வில்கின்ஸ் ஏற்கனவே DNA பற்றிய ஆய்வில் ஈடுபட்டிருந்ததால் இவர்கள் இருவராலும் நேரடியாக DNA ஆய்வில் ஈடுபட அவர்களுக்கு வசதிகள் கொடுக்கப்படவில்லை. எனினும் தாங்களாகவே DNA ஆய்வில் தங்களை அவர்கள் ஈடுபடுத்திக் கொண்டனர். DNA ஆய்வில் அந்நாள் வரை கீழ்க்கண்ட விவரங்கள் மட்டும் அறியப்பட்டுவிட்டன : (i) மாரிஸ் வில்கின்ஸ் மற்றும் உரோசலிண்ட் பிராங்க்லின் ஆகியோரின் X - கதிர் படிகவியல் படங்கள் மூலம் DNA சுருள் வடிவத்தை (helical structure) பெற்றிருக்கலாம் என்ற அனுமானம்; புரதங்கள் இந்த வடிவத்தைக் கொண்டுள்ளன என்று இலைனஸ் பாலிங் ஏற்கனவே நிருபித்திருந்தார். (ii) தன்னுடைய முழு நீளத்திலும் DNA மூலக்கூறு ஒரே அளவு அகலத்தைக் கொண்டிருந்தது. (iii) ஜான் கிரிப்பித் (John Griffith) என்ற கணிதவியல் வல்லுநர் எடுத்துக்காட்டியபடி, மின் ஊட்ட விசைகளின் காரணமாக நைட்ரஜன் அடித்தளப் பொருள்கள் நான்கில் அடினைன் தைமைனோடு மட்டும்தான் இணையும், குவனைன் சைட்டோசைனுடன் மட்டும்தான் இணையும் (iv) தைமைன்: அடினைன் மற்றும் சைட்டோசைன்: குவனைன் பொருட்களின் அளவு விகிதம் எப்பொழுதுமே 1:1 ஆகத்தான் இருந்தது; DNA வை ஒரு தாவரத்திலிருந்து பெற்றாலும், மீனிலிருந்து பெற்றாலும், பாக்டீரியத்திலிருந்து பெற்றாலும் இந்த விகிதம் மாறுவதிலை என்று சார்காஃப் நிருபித்திருந்தார். (v) பிராங்க்லின் ஒரு சொற்பொழிவின் போது (இதில் வாட்சன் கலந்து கொண்டார்) DNA சுருளின் முதுகெலும்பாக சர்க்கரையும் பாஸ்ஃபேட்டும் செயல்படுவதாகவும், நைட்ரஜன் அடித்தளப் பொருட்கள் உள்பக்கம் அமைந்துள்ளதாகவும் கூறிய கருத்து. இந்தக் கருத்து X - கதிர் படிகவியல் படங்களின் மூலம் எழுந்த ஒன்றாகும். இந்த விவரங்களின் அடிப்படையில் வாட்சனும் கிரிக்கும் DNA வின் உருப்படிவத்தைக் கண்டுபிடிக்க முயன்றனர். இந்த உருப்படிவத்தில் DNA வின் அனைத்து வேதியப் பொருட்களும் ஒழுங்காக அமையப்பட வேண்டும் என்பதும் அவ்வாறு அமைந்த உருப்படிவ DNA மூலக்கூறு நிலையானதாக (stable) இருக்கவேண்டும் என்பதும், DNA பிரிவடையும்போது தன்னை அப்படியே படிநகல் (copy) எடுக்கத் தகுந்ததாகவும் இருக்கவேண்டும் என்பதும் மிகக் கட்டாயமான நியதிகளாகும்.

இந்த நிலையில் DNA வின் உருப்படிவத்தை இலைனஸ் பாலிங் கண்டுபிடித்ததாக இலைனஸ் பாலிங்கின் மகன் பீட்டர் (Peter) மூலம் அறிந்த வாட்சனும் கிரிக்கும் மிகுந்த கவலைக்குள்ளாகினர். 1953ஆம் வருடம் ஜனவரி மாதத்தில் தன்னுடைய தந்தையின் பிரசுரமாகிய ஆய்வுக்கட்டுரையை பீட்டர் இவர்களிடம் கொடுத்தபோது, அதில் இருந்த தவறுகளைப் பார்த்தவுடன் தான் இவர்கள் நிம்மதிப் பெருமூச்சு விட்டனர். DNA வுக்கு இலைனஸ் பாலிங், புரதத்தைப் போல, ஒரு மூன்று சுருள் உருப்படிவத்தை (triple helix model) கொடுத்திருந்தார்; மேலும் இந்த உருப்படிவத்தில் நைட்ரஜன் அடித்தளப் பொருட்களைப் பாலிங் சுருளின் வெளிப்பக்கத்தில் அமைத்திருந்தார்.

இந்த நிலையில் ஒருநாள் மாரிஸ் வில்கின்ஸைச் சந்திப்பதற்காக வாட்சன் கேம்பிரிட்ஜ நகரிலிருந்து லண்டன் சென்றார். இவர் சென்ற நேரத்தில் வில்கின்ஸ் வேறு வேலையில் ஈடுபட்டிருந்ததால், உரோசலிண்ட் ஃபிராங்க்லின் அறைக்குச் சென்ற வாட்சன் அங்கு இலைனஸ் பாலிங்கின் கட்டுரைப் பற்றி ஃபிராங்க்லினுடன் விவாதித்தார். அதன்பின் வில்கின்ஸ் அந்த அறையுள் நுழைந்து வாட்சனைத் தன்னுடன் அழைத்துக்கொணடு அவருடைய அறையை அடைந்தார். இந்தச் சமயத்தில் தான் வாட்சனின் அதிர்ஷ்டம் அவருக்கு உதவியாக இருநதது. ஏற்கனவே வில்கின்ஸும் ஃபிராங்க்லினும் ஒருவருக்கொருவர் சண்டையிட்டுக் கொண்டு இயல்பாக இல்லாமல் இருந்ததால் வில்கின்ஸ் ஃபிராங்க்லின் தயார் செய்து வைத்திருந்த அனைத்து X - கதிர் படிகவியல் படங்களையும் பிராங்க்லினின் அனுமதியின்றி பிராங்க்லினுக்குத் தெரியாமல் நகல் எடுத்து வைத்திருந்தார். இவற்றில் சரித்திர முக்கியத்துவம் வாய்ந்த புகைப்படம் எண் 51ஆம் ஒன்று. இந்த புகைப்படம் தான் DNA வின் உருப்படிவத்தை 1953ஆம் ஆண்டு வாட்சனும் கிரிக்கும் உருவாக்க முதற்காரணமாக இருந்தது. இந்தக் கண்டுபிடிப்பு, அறிவியல் அறிஞர்களுக்கிடயே இருந்த விருப்பு வெறுப்புகள், போட்டிகள், பொறாமைகள் ஆகியவற்றிற்குச் சிறந்த எடுத்துக்காட்டாகும். DNA வின் இரட்டைச் சுருள் உருப்படிவம் வாட்சன், கிரிக் மற்றும் வில்கின்ஸால் பிரசுரிக்கப்பட்டு அதன் காரணமாக 1962ஆம் ஆண்டுக்கான நோபல பரிசையும் பெற்றனர். DNA அமைப்பை உருவாக்க உதவிய உரோசலிண்ட் ஃபிராங்க்லினும், அவருடைய புகைப்படம் 51ம் மற்ற படைப்புகளும் எந்தவித வெகுமதியும் அங்கீகாரமும் இன்றி போயின. உரோசலிண்ட் பிராங்க்லின் 1958ஆம் ஆண்டு புற்றுநோயினால் இறந்துவிட்டார். நோபல் பரிசு இறந்து போனவர்களுக்குக் கொடுக்கப்படுவதில்லை.

1958ஆம் ஆண்டு கால்டெக் (Caltec) ஆய்வு நிலையத்தைச் சேர்ந்த M.மெசல்சோனும் (M.Messelsohn) F.ஷ்டாலும் (F.Stahl) செய்த ஆய்வுகளின் முடிவின்படி வாட்சன் மற்றும் கிரிக்கின் DNA உருப்படிவம், DNA பிரிதலின் (replication) போது அது இரண்டு இழைகளாகப் பிரிந்து ஒவ்வொரு இழையும் அதன் இணையை உருவாக்கிக் கொள்ள எளிதாக வாய்ப்பளிக்கிறது என்று எடுத்துக்காட்டினர்.

வாட்சன் மற்றும் கிரிக்கின் DNA உருப்படிவம், DNA வரலாற்றின் முற்றுப்புள்ளி அல்ல என்பதும், அது வேறுசில சிக்கலான புதிய வினாக்களை எழுப்பின என்பதும் இங்கு குறிப்பிடத்தக்கது. ஒரு உயிரியின் பண்புகள் வெளிப்பட (expression) DNA எவ்வாறு தகுந்த முறையில் தன்னுடைய கட்டளைகளை அறிவிக்கின்றது? DNA வின் கட்டளைகளை எடுத்துச் செல்லும் புரதங்கள் எவ்வாறு உண்டாக்கப்படுகின்றன? இந்த வினாக்களுக் கான விடைகள் கூடிய விரைவில் தெரியவந்தன. DNA தன்னுடைய குறிப்பான கட்டளைகளைக் குறிப்பான புரதங்கள் உண்டாக்கப்படுவதன் மூலம் தெரிவிக்கின்றன என்றும் இந்நிகழ்வில் RNA வகைகள் (types) பெரும்பங்கு வகிக் கின்றன என்றும் ஆய்வின் முடிவுகள் தெளிவுப் படுத்தியுள்ளன (பார்க்க. கட்டம் V.3.)

கட்டம் V.3. ஒரு உயிரியின் பண்புகள் வெளிப்படுவதை எவ்வாறு DNA கட்டுப்படுத்துகிறது?

1950ஆம் ஆண்டுகளில் எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கி உதவி கொண்டு ஜார்ஜ் பாலேட் (George Palade) என்பவர் மைக்ரோசோம்கள் (microsomes) என்ற செல்லின் மிகச் சிறிய செல் உறுப்புகளில் ஆய்வுகள் மேற்கொண்டார். 1956ஆம் ஆண்டு RNA அதிகம் பெற்ற மைக்ரோசோம் கூறுகளை

அவரால் அடையாளம் காட்ட முடிந்தது; இவை பின்னால் ரைபோசோம்கள் (ribosomes) என்று அழைக்கப்பட்டன. விரைவிலேயே ரைபோசோம்கள் தான் DNA வில் இருந்து தகவல் பரிமாற்றம் அடைய மிக உறுதுணையாக இருக்கின்றன என்பது நிரூபணம் ஆயிற்று. 1956ஆம் ஆண்டு மக்லோன் புஷ் ஹோக்லாண்ட் (Mahlon Bush Hoagland) என்ற அறிஞர் RNA வின் வெவ்வேறு வகையான சிறிய மூலக்கூறுகள் சைட்டோபிளாசத்தில் (cytoplasm) காணப்படுகின்றன என்று எடுத்துக்காட்டினார். மேலும், இவை அனைத்தும் குறிப்பிட்ட அமினோ அமிலங்களுடன் இணைந்து காணப்படுகின்றன என்றும் எடுத்துக்காட்டினார். இத்தகைய ரைபோசோம்களுடன் தொடர்புடைய சிறிய RNA க்களைப் பரிமாற்றும் RNA க்கள் (transfer RNAs or tRNAs) என்று ஹோக்லாண்ட அழைத்தார். ஒவ்வொரு tRNA மூலக்கூறும் எதிர்கோடான்களை (anticodons) உருவாக்கும் மூன்று நூக்லியோடைட்களை கொண்டுள்ளன. tRNA வில் இந்த மூன்று நூக்லியோடைடுகளும் அமைந்துள்ள தொடர் வரிசையைப் பொருத்து, இவற்றின் இணைகளாக mRNA யில் (கீழே பார்க்க) அமையும் கோடான் (codons) களை உருவாக்கும் மூன்று நூக்லியோடைடுகளும் தொடர்வரிசையைக் கொண்டுள்ளன. இதன் காரணமாகவே tRNA மூலக்கூறில் இணைந்துள்ள அமினோ அமிலங்களின் தொடர்வரிசையும் mRNA இழைக்கு இணைப்போக்கில் அமைவது நிர்ணயிக்கப்படுகின்றது. பாஸ்டர் ஆய்வு நிலையத்தைச் சேர்ந்த இரண்டு பிரான்ஸ் நாட்டு ஆய்வாளர்களான J.L.மோனாடும் (J.L.Monod) (1910-1976), F.J.ஜேக்கப்பும் (F.J.Jacob) (பிறந்தது 1920) நூக்லியஸின் DNA தகவல்களை அதன் வார்ப்பச்சு இழை (template strand) ஆக செயல்படும் நூக்லியஸில் உள்ள ஒரு RNA மூலக்கூறுக்கு மாற்றுகிறது என்று கூறினர். இந்நிகழ்ச்சிக்குப் படியெடுத்தல் (transcription) என்று பெயர். இந்த RNA மூலக்கூறுகள் நூக்லியஸிலிருந்து தகவல்களைச் சைட்டோபிளாசத்திற்கு எடுத்துச் செல்வதால் இவை செய்தி ஏவல் RNA (messenger RNA or mRNA) என்று அழைக்கப்படுகின்றன. இந்த mRNA விலும் கோடான்களை (codons) உருவாக்கும் மூன்று நூக்லியோடைடுகள் அமைந்திருப்பதால் tRNA வின் எதிர்கோடான்களும், mRNA வின் கோடான்களும் mRNA வின் பரிமாற்ற மையங்களில் ஒன்றுக்கொன்று சரியாகப் பொருந்திக் கொள்கின்றன. இதன்மூலம் ரைபோசோம் பரப்பின் மேல் அமரும் DNA விலிருந்து தான் ஏற்றுவந்த தகவல்களை tRNA க்கு மாற்றுகிறது. இந்த தகவல் உடனே tRNA வின் மூலம் அமினோ அமிலங்கள் எந்தத் தொடர் வரிசையில் அமைய வேண்டும் என்று நிர்ணயம் செய்ய உதவுகிறது. இதன் காரணமாக சரியான, குறித்த புரதம் உருவாகிறது. DNA, mRNA மற்றும் tRNA வின் மூன்று அடுத்தடுத்த நூக்லியோடைடுகளின் தொகுப்பு ஒரு குறிப்பிட்ட அமினோ அமிலத்தைத் தேர்வு செய்ய உதவுகிறது. எந்தத் தொகுப்பு எந்த அமினோ அமிலத்தை உருவாக்குகிறது என்பது ஒரு சில ஆண்டுகளுக்குக் கேள்விக்குறியாக அமைந்தது. ஆனால் இதற்கான விடையை சீக்கிரமே ஜீன் சங்கேதம் (genetic code) அளித்தது.

ஜீன் சங்கேதம் முழுவதாக அறியப்பட முதற்காரணமாக இருந்த ஆய்வு 1955ஆம் ஆண்டு செவெரோ ஒக்கோவா (Severo Ochoa) (பிறந்தது 1905) என்பவரால் தொடங்கப்பட்டது. இவரால் பாக்டீரியத்திலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்பட்ட ஒரு நொதி DNA வின் ஒரு இழை அதற்கான இணை இழையை (complementary strand) உற்பத்தி செய்யும் செயலை தூண்டுவதாக அமைந்தது. இதே நொதி தனித் தனி நூக்லியோடைடுகளில் இருந்து RNA போன்ற பொருளை உருவாக்கும் நிகழ்வையும் ஊக்கப்படுத்தியது. இந்த வகைச் சோதனைகளைத் தொடர்ந்த ஆர்தர் கார்ன்பெர்க் (Arthur Kornberg) தனித்தனி நூக்லியோடைடுகளில் இருந்து DNA போன்ற பொருளை உருவாக்கினார். ஒக்கோவாவும் கார்ன்பெர்க்கும் தம்முடைய ஆய்வுக்காக 1959ஆம் ஆண்டு வாழ்வியல் அல்லது மருத்துவத்திற்கான நோபல் பரிசினைப் பெற்றனர். இவர்கள் விட்ட இடத்தில்

இருந்து தொடங்கியவர் வாரன் நீரன்பெர்க் (Warren Nirenberg) (பிறந்தது 1927). சோதனைச் சாலையில் ஒக்கோவா முறையில் 1961ஆம் ஆண்டு RNA வைத் தயாரித்து அவ்வாறு தயாரிக்கப்பட்ட RNA யை mRNA வின் செயலை ஏற்குமாறு செய்து இவர் தன்னுடைய ஆய்வைத் தொடங்கினார். இந்த RNA வில் உள்ள ஒரே நூக்லியோடைட் முத்தொகையும் (triplet) UUU- வாக இருக்கும் வகையில் இதன் அமைப்பு.....UUUUUU..... வாக உண்டாக்கப்பட்டது. இது புரதத்தை உண்டாக்கியபோது அந்தப் புரதம் ஃபினைல்ஆலனைன் (phenylalanine) என்ற அமினோ அமிலத்தைப் பெற்றிருந்தது. அதாவது முத்தொகையக் கோடான் UUU வாக இருந்தால் அதற்கான அமினோ அமிலம் ஃபினைல்ஆலனைன் ஆகும். இதே துறையில் ஆய்வுசெய்த இந்தியாவில் பிறந்த அமெரிக்கரான ஹர்கோவிந்த் கொரானா (Har Gobind Khorana) வெவ்வேறு அமினோ அமிலங்களுக்கான வெவ்வேறு நூக்லியோடைடு முத்தொகையங்கள் (இவற்றை சங்கேதத்தின் எழுத்துக்கள் letters of the code என்று அவர் அழைத்தார்) உள்ளன என்று கண்டுபிடித்தார். நீரன்பெர்க் மற்றும் கோரானா ஆகிய இருவரும் தனித்தனியாக முழு ஜீன் சங்கேதத்தையும் கண்டுபிடித்தனர். பல முத்தொகையங்களால் ஆனது ஜீன் சங்கேதம். கோரானா, நீரன்பெர்க் மற்றும் இராபெர்ட் ஹோலி (Robert Holley) ஆகிய மூவருக்கும் 1968ஆம் ஆண்டிற்கான வாழ்வியல் அல்லது மருத்துவத்திற்கான நோபல் பரிசு வழங்கப்பட்டது. பின்னர் கோரானாவும் அவருடைய சகாக்களும் 1970 ஆம் ஆண்டு ஜீன்களைச் சோதனைகள் மூலம் உருவாக்கினார்கள். தேவைப்பட்ட ஜீனகளைப் பிற்காலத்தில் உருவாக்க இவர்களுடைய முயற்சி ஒரு தூண்டுகோலாக அமைந்தது.

பாக்டீரியங்களைத் தாக்கி அழிக்கும் வைரஸ்களான (viruses) பாக்டீரிய ஃபேஜ்களின் (bacteriophages) (சுருக்கமாக ஃபேஜ்கள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன) கண்டுபிடிப்பு, ஜீன்களை ஒரு உயிரியிலிருந்து இன்னொரு உயிரிக்கு (இந்த உயிர்கள் ஒன்றுக்கொன்று முற்றிலும் தொடர்பற்றவையாக இருந்த போதிலும்) மாற்றுவதற்கு உதவி செய்யும் வகையில் அமைந்தது. ஜீன் மாற்று (gene transfer) நிகழ்வில் பயன்படுத்தப்படும் செயல்முறைக்கு ஜீன் பொறியியல் (genetic engineering) என்று பெயரிடப்பட்டது. ஜீன் பொறியியல் வளர்ச்சியில் முதல் படியாக அமைந்தது ஜோஷுவா இலெடர்பெர்க் (Joshu Lederberg) என்பவர் 1952ஆம் ஆண்டு மேற்கொண்ட பாக்டீரிய இணைவு (bacterial conjugation) பற்றிய ஆய்வுகள் தான். வெவ்வேறு வகைகளைச் (strains) சேர்ந்த இரண்டு பாக்டீரியங்களை இணைவு பெறச் செய்தால், அவற்றில் ஒன்றி லிருந்து ('F' என்று இந்த வகை அழைக்கப் படுகிறது) DNA இழையைத் தவிர பிளாஸ்மிட் (Plasmid) என்ற இன்னொரு செல்கூறும் அடுத்த செல்லுக்கு ('M' என்று இந்த வகை அழைக்கப் படுகிறது) பரிமாற்றம் செய்யப்படுகிறது. அடுத்த ஆண்டு (1953) வில்லியம் ஹேயெஸ் (William Hayes) என்பவர் பிளாஸ்மிட் என்பதும் ஒருவகை DNA தான் என்றும், இது வட்ட வடிவத்தில் அமைந்தது என்றும், பாக்டீரியத் தின் மைய DNA விலிருந்து இது வேறுபட்டது என்றும் எடுத்துக் காட்டினார். 1959ஆம் ஆண்டு, ஜப்பான் நாட்டு அறிவியல் அறிஞர்கள் குழு ஒன்று மருந்துப் பொருட்களைத் தாங்கும் தன்மையைக் கொடுக்கும் பாக்டீரிய ஜீன்கள் பல்படிவங்களில் (multiple copies) இந்தப் பிளாஸ்மிட்டில் தான் அமைந்துள்ளன என்று கண்டுபிடித்தனர்.

இதன்பின்பு வெர்னர் ஆர்பர் (Werner Arber) என்பவர் பாக்டிரியஃபேஜகளை எதிர்த்துப் போராடுவதற்கு உதவும் வகையில் பாக்டீரியங்களில் உண்டாக்கப்படும் தடைக் கட்டு நொதிகளைக் (restriction enzxymes) கண்டுபிடித்தார். இந்த நொதிகள் ஃபேஜ் DNA வைச் சிறுசிறு துண்டங்களாக வெட்டி, அது இனப்பெருக்கம் செய்வதைத் தடை செய்

கின்றன. அவ்வாறு வெட்டித் துண்டாக்கப்பட்ட ஃபேஜ் DNA துண்டுகளின் நுனிகள் ''ஒட்டிக் கொள்ளும் தன்மை''யைப் (sticky ends) பெற்றிருந்ததால் தடைக்கட்டு நொதி இல்லாத நிலையில் அந்தத் துண்டுகள் மீண்டும் ஒன்றோடு ஒன்று ஒட்டிக்கொண்டு விடுகின்றன என்றும் ஆர்பர் 1968ஆம் ஆண்டு கண்டு பிடித்தார். இந்தக் கண்டுபிடிப்பு மாற்றிணைவு DNA தொழில் நுட்பத்தின் (recombinant DNA technology, rDNA technology) பிறப்பிற்குக் காரணமாகியது. 1969ஆம் ஆண்டு, ஜோனாதன் பெக்வித்தும் (Jonanthan Beckwith) அவருடைய சகாக்களும் ஒரு பாக்டீரியத்திலிருந்து முதன் முறையாக தனியா ஒரு ஜீனைப் பிரித்தெடுத் தனர். 1970ஆம் ஆண்டுகளில் டேனியல் நாதன்ஸ் (Daniel Nathans) மற்றும் ஹாமில்டன் ஸ்மித் (Hamilton Smith) ஆகிய இருவரும் DNA வை தமக்கே உரித்தான குறிப்பிட்ட இடத்தில் வெட்டக்கூடிய பல தனித்தனியான தடைக் கட்டு நொதிகளைப் பாக்டீரியங்களில் இனங் காண ஆரம்பித்தனர். இவர்களின் ஆய்வின் மூல மாக குறிப்பிட்ட நீளம் உள்ள தேவைப்படும் DNA துண்டுகளைப் பெற முடிந்தது; இவற்றை ஒன்றோடு ஒன்றாக நாம் நினைத்தவாறு இணைக்கவும் இந்த ஆய்வுகள் வழிகோலின. நாதன்ஸ், ஸ்மித் மற்றும் ஆர்பர் ஆகிய மூவரும் 1978ஆம் ஆண்டிற்கான வாழ்வியல் அல்லது மருத்துவத்திற்கான நோபல் பரிசைப்பெற்றனர்.

1973ஆம் ஆண்டு ஸ்டான்லி H. கோஹனும் (Stanley H.Cohen) ஹெர்பர்ட் W. போயரும் (Herbert W.Boyer) பிளாஸ்மிட்களில் காணப்படும் தடைக்கட்டு நொதிகளை இனங்காணுதல் மற்றும் குறிப்பிட்ட ஜீன்களை தனியாகப் பிரித்தெடுத்தல் ஆகிய இரு செயல்முறை உத்திகளையும் இணைத்தனர். அவர்கள் E.coli என்ற பாக்டீரியத்தின் பிளாஸ்மிடிலிருந்து ஒரு பகுதியை வெட்டி அந்த வெட்டப்பட்ட இடைவெளியில் வேறொரு பாக்டீரியத்தி லிருந்து தனியாகப் பிரித்தெடுக்கப்பட்ட ஜீனை இடைச் செருகல் செய்தனர். இவ்வாறு இடைச் செருகப்பட்ட ஜீனைக் கொண்ட பிளாஸ்மிடை மீண்டும் E.coli யில் வைத்தனர். அங்கு எப்பொழுதும் போல இந்தப் பிளாஸ்மிடின் படிவங்களை (copies) உண்டாக்கியது (இடைச் செருகப்பட்ட ஜீன் உட்பட). அந்த பிளாஸ் மிடை மற்ற பாக்டீரியங்களும் பால் இணைவு (conjugation) மூலம் பரிமாற்றம் செய்தது. இந்தச் செயல்முறை உத்தி வேறு பல சிற்றினங்களிலும் மற்றவர்களால் வெற்றிகரமாகக் கையாளப் பட்டது. பழப்பூச்சிகள், தவளைகள், தாவரங் கள் போன்றவற்றின் ஜீன்கள் பிரித்தெடுக்கப் பட்டு, *E.coli, Agrobacterium* போன்ற பாக்டீரியங் களின் பிளாஸ்மிட்களில் இடைச்செருகப் பட்டன. 1980ஆம் ஆண்டுகளில் ஜீன் பொறியியல் ஒரு நடைமுறை செயல்முறை உத்தியாக மாறிவிட்டது. தேவைப்படும் ஜீன் வினைப்பொருட்களை (gene products), தகுந்த புற ஜீன்களை (foreign genes) நுண்ணுயிரிகளில் இடைச்செருகி பெற ஆரம்பித்துவிட்டனர். இன்சுலின், மனித வளர்ச்சி ஹார்மோனான இண்டர்லியூகின் 2 (interleukin 2), இரத்த உறைவைக் கரைக்கும் வேதியப் பொருள், நோய்த் தடுப்புப் பொருள் (vaccines) போன்றவை ஜீன் பொறியியல் உத்திகள் மூலம் பெறப்படுகின்ற முக்கியப் பொருட்களாகும். ஹன்டிங்டன் நோய் (Huntington disease), தசைச் செயலிழக்கும் நோய் (dystrophy) போன்ற 3000க்கும் மேற்பட்ட மனித மரபுசார் நோய் களுக்குக் காரணமான ஜீன்களை அடையாளங் கண்டு கொள்ளவும், அவற்றை ஜீன் சிகிச்சை (gene therapy) மூலம் தீர்க்கவும் தற்பொழுது ஒரு சந்தர்ப்பம் கிடைத்துள்ளது. பழுதுபட்ட அல்லது சடுதி மாற்றம் பெற்ற ஜீன்களை எடுத்துவிட்டு அந்த இடங்களில் நல்ல ஜீன்களைப் பொருத்துவதற்கு தற்பொழுது வழிமுறைகள் ஏற்பட்டுள்ளன என்பது குறிப்பிடத்தக்கது. மனித ஜீனோம் திட்டம் (Human Genome Project) முடிவடைந்த நிலையில், நம்முடைய ஜீன்கள் அனைத்தும் எந்தெந்த குரோமோசோம்களில் எந்தெந்த இடங்களில் அமைந்துள்ளன என்ற விரிவான வரைபடங்கள் நம்மிடம் தற்பொழுது இருப்பதால் ஜீன்

சிகிச்சை முறை வெறும் கனவாக இல்லாமல் நனவாக மாறும் காலம் எட்டியுள்ளது.

விருப்பப்பட்ட ஜீன்களைப் பல்வேறு உயர்தாவரங்களுக்கும் பிராணிகளுக்கும் பரிமாற்றம் செய்வது 1980ஆம் ஆண்டுகளின் பிற்பகுதியிலிருந்து நடைமுறை உத்தியாக மாறிவிட்டது. ஜீன்களைப் பரிமாற்றம் செய்ய பல வழிமுறைகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. *Agrobacterium* வழியாகவும் (புற ஜீன்களை எடுத்துச் செல்லும் ஊர்தியாக இது செயல் படுகிறது), மின்விசைத்துளை[1] (electroporation) மூலமாகவும் மற்றும் துப்பாக்கி முறைகள்[2] (biolistic methods) மூலமாகவும் ஒரு உயிரியி லிருந்து இன்னொரு உயிரிக்குத் தற்பொழுது ஜீன் பரிமாற்றம் நடைமுறைப்படுத்தப் பட்டுள்ளது. விருப்பப்பட்ட ஜீனின் எண்ணற்ற நகல்களை செயற்கை முறையில் எடுக்க பாலிமெரேஸ் தொடர்வினை (Polymerase chain Reaction or PCR technique) என்ற எளிய செயல் உத்தி 1983ஆம் ஆண்டு கேரி முல்லிஸ் (Kary Mullis) என்பவரால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டு, தற்பொழுது மிக அதிக அளவில் ஜீன் பொறியியலில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. விருப்பமான ஜீனை கொடையாளி உயிரியி லிருந்து (donor organism) ஜீன் பரிமாற்றம் மூலம் பெற்ற உயிரி (recipient organism), ஜீன் பரிமாற்ற உயிரி (transgenic organism) என்று அழைக்கப் படுகிறது. ஜீன் பரிமாற்றம் பெற்ற பயிர்த் தாவரங்கள் தற்பொழுது பெருமளவில் உண்டாக்கப்படுகின்றன. நோய்களை எதிர்க்கும் பண்புகளையும், உயிரிலா அழுத்தக் (abiotic stress) காரணிகளான அதிக வெப்பம், குளிர், உப்புத் தன்மை, காரத் தன்மை, நீர்ப்பற்றாக்குறை போன்றவற்றை எதிர்க்கும் பண்புகளையும் தகுந்த ஜீன்களின் பரிமாற்றத் தால் பல பயிர்த் தாவரங்கள் தற்பொழுது பெற்றுள்ளன. ஜீன் பரிமாற்றம் பெற்ற உணவு கொடுக்கும் பயிர்த் தாவரங்கள் ஜீன் மாற்றம் செய்யப்பட்ட உணவுகள் (Genetically modified food or GM food) என்று அழைக்கப்படுகின்றன.

ஜீன் பொறியியல் உத்திகளால் பெறப் பட்ட மற்றொரு முக்கியக் கண்டுபிடிப்பு உயிரிகளைக் குளோனிங் மூலம் உருவாக்குவது தான். 1952ஆம் ஆண்டு R.W.பிரிக்ஸ் (R.W.Briggs) மற்றும் T.T.கிங் (T.T.King) ஆகியோர் செய்த சோதனைகள் மூலம் தான் குளோனிங் முறை தொடங்கியது எனலாம். ஒரு செல்லிலிருந்து அதன் நூக்லியஸை மிகவும் கவனமாக நுண் அறுவை (microsurgery) மூலம் பிரித்தெடுத்து அதனிடத்தில் மற்றொரு செல்லிலிருந்து பெற்ற நூக்லியஸைப் பொருத்தி முதன்முதலில் சாதனை கண்டனர். இந்தச் செயலுக்கு உட்கரு பெயர்த்திடுதல் (Nuclear transplantation) என்று பெயர். 1967ஆம் ஆண்டு பிரிட்டனைச் சேர்ந்த J.P.குர்டான் (J.P.Gurdon) என்பவர் ஒரு முதுகெலும்புப் பிராணியில் வெற்றிகரமாகக் குளோனிங் செய்தார். தென் ஆப்ரிக்காவில் வாழும் மரத் தவளையின் உணவுக் குழலின் செல் ஒன்றி லிருந்து நுண்ணிய அறுவையின் மூலம் நூக்லியஸைப் பிரித்தெடுத்து, அதனை அதே சிற்றினத்தின் உட்கரு எடுக்கப்பட்ட கருவுறாத ஒரு அண்டம் (முட்டை செல்) ஒன்றில் பரிமாற்றம் செய்தார். இந்த அண்டம் பின்னால் முற்றிலும் இயல்பான ஒரு தவளை யை உருவாக்கியது. டாலி (Dolly) என்ற செம்மறி ஆடு தான் முதன்முதலில் குளோனிங் மூலம் உருவாக்கப்பட்ட பாலூட்டியாகும். இதை 1997ஆம் ஆண்டு ஸ்காட்லாந்து நாட்டின் உரோஸ்லின் ஆய்வு நிலையத்தில் உருவாக்கி னார்கள்.

---

1. அயல் DNA வை (ஜீன்) ஒரு செல்லில் நுழைக்க இந்த முறையில் ஒரு குறுகிய மின்விசை கொடுக்கப்படுகிறது. இதனால் பிளாஸ்மா சவ்வில் (Plasma membrane) ஏற்படும் துளை மூலம் DNA உட்செலுத்தப்படுகிறது.

2. அயல் DNA வை (ஜீன்) ஒரு செல்லில் நுழைக்க துப்பாக்கி போன்ற சாதனம் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இந்தத் துப்பாக்கியின் நுண்ணிய குண்டோடு DNA இணைக்கப்பட்டு அவை இரண்டும் செல்லுக்குள் மிகுந்த விசையுடன் அனுப்பப்படுகின்றன.

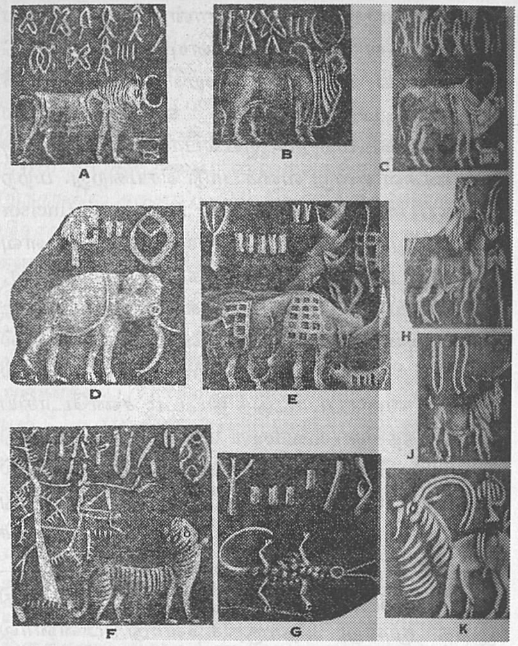
6) உயிர் மற்றும் அதன் மர்மங்கள் பற்றி அறிந்துகொள்ள இந்தியாவில் மேற்கொள்ளப்பட்ட அறிவியலின் வரலாறு

பண்டைய இந்தியர்கள் தாவரங்கள் மற்றும் பிராணிகள் பற்றிய மிகச் சிறந்த அறிவினைப் பெற்றிருந்தனர். குறிப்பாக, அவர்கள் பயன்படுத்திய மற்றும் வளர்த்த தாவரங்கள் மற்றும் பிராணிகள் பற்றிய அவர்களின் அறிவு மிகவும் சிறப்பானது. இதற்கான ஆதாரங்கள் சிந்து சமவெளி நாகரிக எச்சங்களிலிருந்து பெறப்படுகின்றன. அரிசி, கோதுமை, பார்லி போன்ற தானியங்கள் பயன்படுத்தப்பட்டன; இவற்றில் அரிசி இந்தியாவின் மற்ற பகுதிகளிலும், குறிப்பாக திராவிட நாகரிகம் இருந்த இடங்களில் பயன்படுத்தப்பட்டது. சம்ஹிதாக்கள் (Samhitas), பிரம்மாணங்கள் (Brahamanas) மற்றும் உபநிடதங்களில் (Upanishads) தாவரங்களைப் பற்றிய செய்திகள் பல காணப்பட்டாலும், தாவரவியல் பற்றிய ஒழுங்குபடுத்தப்பட்ட விவரங்கள் அந்த காலக்கட்டத்தில் சரியாக வளரவில்லை என்றே சொல்லலாம். தாவரத்தின் பல்வேறு பாகங்களைப் பிரித்தறியும் அறிவையும், செடிகள், குறுமரங்கள், மரங்கள், கொடிகள், படர் தாவரங்கள் என்ற பலவகைத் தாவரங்கள் பற்றிய அறிவையும் அவர்கள் பெற்றிருந்தார்கள்.

வரலாற்றின் இடைக்காலத்தில், சரகா (Charaka), சுஸ்ருதா (Susruta) மற்றும் வாக்பட்டா (Vagbhata) போன்றவர்களின் மருத்துவ நூல்கள் தாவரங்களைப் பற்றிய (குறிப்பாக மருத்துவத் தாவரங்கள் பற்றிய) விவரங்களைப் பெற்றிருந்தன. பெரும்பாலான வடமொழி நூல்களில் தாவரவியல் பற்றிய தனிப் பிரிவுகள் (Vrksayurveda) இருந்தன; இவற்றில் விதைகள் முளைத்தல், ஒட்டுதல் (grafting), பதியன் போடுதல் (layering), விதை விதைத்தல் (sowing), நாற்றங்கால் (nursery), உரமிடுதல், தாவரங்களின் புறத்தோற்ற விவரங்கள் போன்றவை விளக்கப்பட்டுள்ளன. தாவரங்களின் செல்கள் ரசகோசா (rasakosa) என்று அழைக்கப்பட்டன. இவற்றைச் சூழ்ந்து ஒரு செல் சுவர் (Cell Wall) இருக்கின்றது என்றும் அதற்கு கலவெஸ்டிடினா (Kalavestitena) என்ற பெயர் உண்டு என்றும் விவரங்கள் நமக்குக் கிடைக்கின்றன. எனவே, பண்டைய இந்தியர்களுக்குத் தான் செல்களை முதன் முதலில் கண்டுபிடித்த பெருமை செல்ல வேண்டும். செல்களில் உள்ள செல் சாறு பஞ்ச பூதங்களாலானது. பொருட்களைக் கடத்தும் திசுக்கள் (conducting tissues) சர்வஸ்ட்ரோட்டாம்சி (Sarvastrotamsi) என்று அழைக்கப்பட்டன.

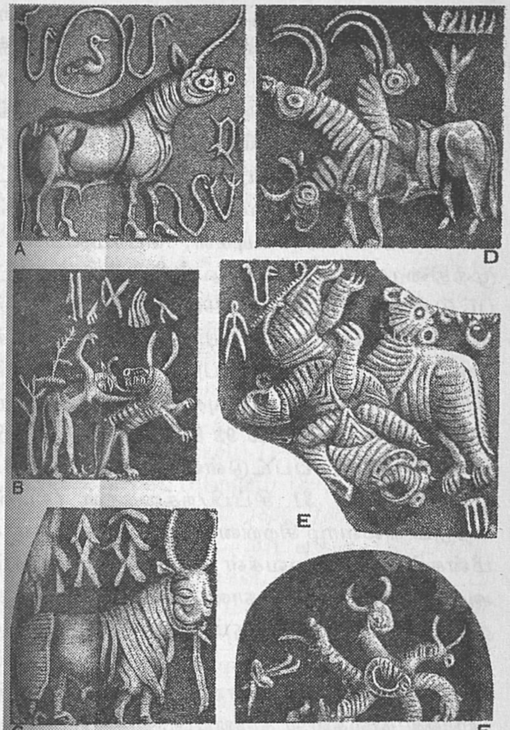
தாவர வகைப்பாட்டியல் மிகவும் சிறப்பாக வளர்ந்திருந்தது. அது தாவரங்களின் பெயர்கள், அவற்றின் சிறப்புப் பண்புகள், புறத்தோற்றம், வாழுமிடம் போன்றவற்றை அடிப்படைகளாகக் கொண்டு அமைந்தன. எனினும், தற்பொழுது காணப்படுவது போல தாவரங்களின் ஒற்றுமை/வேற்றுமைப் பண்புகளின் அடிப்படைகளில் பல்வேறு வகைப்பாட்டுத் திட்டங்கள் (Classificatory systems) காணப்பட்டன. மனு (Manu), சுஸ்ருதா, சரகா, வைசேசிகர்கள் (Vaisesikas), பராசரா (Parasara) போன்றவர்களின் தாவர வகைப்பாட்டுத் திட்டங்கள் இவற்றில் குறிப்பிடத்தக்கவை.

*16*ஆம் நூற்றாண்டில் ஐரோப்பியர்கள் இந்தியாவிற்கு வரத் தொடங்கினர். வந்து தங்கிய பலர் இந்தியத் தாவரவியல் வளர்ச்சிக்கு குறிப்பிடத்தக்க பங்கினை ஆற்றினர். கார்சியா (Garcia) என்ற போர்ச்சுகீசியர் கோவாவில் *1565*ஆம் ஆண்டு தன்னுடைய **Coloquios des simples e drogas cousa medicinalis da India compostos pelle** என்ற நூலைப் பிரசுரித்தார். டச்சு நாட்டு ஹென்றிக் ஃபான் ரீட் (Heinrich Van Rheede) (1686-1703) *12* தொகுதிகளில் *(794 படங்களுடன்)* **Hortus Malabaricus** என்ற நூலை எழுதினார். இந்த நூலுக்கு கோழிக்கோடு பல்கலைக்கழக பேராசிரியர் மணிலால் (Manilal) தகுந்த குறிப்புகளைச் சேர்த்து தற்பொழுது மீண்டும் வெளியிட்டுள்ளார். இரம்ஃபியஸ் (Rumphius) *1757*ஆம் ஆண்டு ஆறு தொகுதிகள்



படம் V.7. சிந்து சமவெளி எச்சங்களிலிருந்து பிராணி உருவங்கள் (மெக்காய், 1931, 1938 ஆய்வுக் கட்டுரைகளிலிருந்து)

கொண்ட நூலையும், *1768*ஆம் ஆண்டு கோனிக் (Koenig) கிழக்கு கடற்கரைத் தாவரங்கள் பற்றிய நூலையும் வெளியிட்டனர். பின்னால் பிரிட்டனைச் சேர்ந்த பலர் இந்தியாவின் பல்வேறு பகுதிகளின் தாவரங்கள் பற்றிய நூல்களை வழங்கினர். இவர்களில் முக்கிய மானவர்கள்: வில்லியம் இராக்ஸ்பர்க் (William Roxburgh), நதானியேல் வல்லிச் (Nathaniel Wallich), வில்லியம் கேரீ (William Carey), இராபெர்ட் வைட் (Robert Wight), J.S.கேம்பல் (J.S.Gamble), ஜோசப் டால்டன் ஹுக்கர் (Joseph Dalton Hooker), டேவிட் பிரெய்ன் (David Prain), ஜார்ஜ் கிங் (George King), C.B.கிளார்க் (C.B.Clarke), தியடோர் குக் (Theodore Cook), J.F.டுத்தி (J.F.Duthie). இவர்களில் J.D.ஹீக்கர் **Flora of British India** என்ற பல தொகுதி நூலையும், J.S.கேம்பல் *(பிஷ்ஷருடன் சேர்ந்து)* **Flora of the Madras Presidency** என்ற நூலையும் உருவாக்கினர். அரசு



படம் V.8. சிந்து சமவெளி எச்சங்களில் காணப்படும் விநோத பிராணி உருவங்கள் (மெக்காய், 1931 ஆய்வுக் கட்டுரையிலிருந்து)

தாவரப் பூங்கா (Royal Botanic Garden) *(தற்பொழுது இந்தியத் தாவரப் பூங்கா) 1789*ஆம் ஆண்டு கொல்கத்தாவின் சிப்பூர் என்ற இடத்தில் இராபர்ட் கிட் (Robert Kyd) என்பவரின் முயற்சியால் நிறுவப்பட்டது. இந்தியாவின் தாவர வளம் பற்றிய ஆய்வுகளை மேற்கொள்ள Botanical Survey of India என்ற அமைப்பு முதன்முதலில் இந்தியாவில் மூன்று இடங்களில் *(கொல்கத்தாவின் சஹரான்பூர், பூனா மற்றும் கோயம்புத்தூரில்)* நிறுவப்பட்டன. பின்பு கூடுதல் கிளைகள் இந்தியாவில் வேறு சில பகுதிகளில் ஏற்படுத்தப்பட்டன.

இந்தியாவில் பிராணிகள் பற்றிய ஈடுபாடு புதிய கற்கால மனிதர்களிடம் முதன்

முதலில் காணப்பட்டதற்கான ஆதாரங்கள் குகை மற்றும் பாறை ஓவியங்கள் மூலம் கிடைத்துள்ளன. இத்தகைய பிராணி ஓவியங்கள் / படங்கள் விந்திய மலை, மிர்சாபூர், ஹோஷிங்காபாத், மத்தியப்பிரதேச மலைப்பகுதிகள், கைமூர் மலைகள் போன்றவற்றில் காணப்படுகின்றன. பிராணிகள் பலவற்றின் உருவங்கள் பானைகள், சட்டிகள், பொம்மைகள், முத்திரைகள் போன்றவற்றில் வரையப்பட்டுள்ளன (படம் V.7). 1968ஆம் ஆண்டு நாத் (Nath) என்பவர் இந்தியாவின் வரலாற்றக் காலத்துக்கு முன் மற்றும் பண்டைய காலத்தின் பிராணிகள் பற்றிய ஆய்வுக் கட்டுரை ஒன்றை எழுதியுள்ளார். இதில் 92 சிற்றினங்கள் பற்றி விவரங்கள் கூறப்பட்டுள்ளன. இவற்றில் 41 பாலூட்டிகள், 31 சிப்பி/நத்தைகள் (கடல் மற்றும் நிலவாழ் சிற்றினங்கள்), 12 ஊர்வன, 5 மீன்கள், 2 பறவைகள் மற்றும் 1 பவளம் அடங்கும். இவற்றில் காணப்படாத குறிப்பிடத்தக்க பிராணி பசுவாகும். இவற்றைத் தவிர இயற்கைக்கு மாறுபட்ட புராண மிருகங்களின் உருவங்கள் (இடைக்கால ஐரோப்பிய நாட்டு பிராணி நூல்களில் காணப்படுவது போன்று) பல மொகஞ்சதாரோ முத்திரைகளில் பதிக்கப்பட்டுள்ளன (படம் V.8).

பண்டைய இலக்கியங்களிலும் நூல்களிலும் பிராணிகள் பலவற்றின் பெயர்கள் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளன. தாவரங்கள் போன்று, பிராணிகளின் பெயர்களும் அவற்றின் சிறப்புப் பண்புகளின் அடிப்படையில் தான் அமைந்தன. சம்ஹிதாக்கள், பிரம்மாணங்கள், உபநிடதங்கள் மற்றும் வேதங்கள் ஏறத்தாழ 260 பிராணிகளின் பெயர்களைக் குறிப்பிட்டுள்ளன. இவற்றில் பாலூட்டிகள், பறவைகள், ஊர்வன, மீன்கள், பூச்சிகள், புழுக்கள், தேள்கள், சிலந்திகள், சிப்பிகள் போன்றவை அடங்கும். அமர்சிங் எழுதிய அமரகோசா (Amarakosa) என்ற களஞ்சிய நூல், இத்தகைய பிராணிகளின் பெயர்களுக்கான விளக்கம், அவற்றின் வேறுபெயர்கள், வாழிடம், வாழ்வு முறை போன்ற விவரங்களை விளக்குகின்றது.

தாவரங்களைப் போன்று, பண்டைய இந்தியர்கள் பிராணிகளையும் வகைபாடு செய்ய முயற்சிகள் பல மேற்கொண்டனர். ரிக் வேதம் பிராணிகளை, வளர்க்கப்படும் (domesticated) மற்றும் இயல்பாக வாழும் (wild) பிராணிகள் என்று வகைபாடு செய்கிறது. மற்ற வகைப்பாட்டுத் திட்டங்கள் உளிப்பல் (incisor teeth) இருக்கிறதா இல்லையா, எவ்வளவு கால்கள் உள்ளன, இறக்கைகள் உள்ளனவா, இல்லையா போன்ற பண்புகளின் அடிப்படைகளில் அமைந்தன. பகுத்தறிவு அடிப்படையில் அமைந்த, ஆனால் செயற்கையான, முதல் பிராணி வகைப்பாட்டுத் திட்டம் சண்டோகிய உபநிடதத்தில் (chandogya upanisad) காணப்படுகிறது: முட்டையிட்டு வளர்வன, கருப்பையில் வளர்ந்து வெளிவருவன, பிராணியிலிருந்து கருவுறாமல் தோன்றி வளர்வன. தன்னிச்சையாக வியர்வை போன்ற கழிவுப் பொருட்களிலிருந்து வளர்வன என்ற பிராணித் தொகுதி இந்த மூன்று தொகுதிகளோடு பின்னால் சேர்க்கப்பட்டன. உபநிடதங்களுக்குப் பின்னால் பல பிராணி வகைப்பாட்டுத் திட்டங்கள் இந்தியாவில் தோன்றின. இவற்றில் மிகவும் குறிப்பிடத்தக்கது. உமாஸ்வதி (Umasvati) என்ற சமணர் உருவாக்கிய ***Tattvarthadhigamasutra*** என்ற நூலில் காணப்படுகிறது. இத்திட்டத்தின்படி பிராணிகள் அவை பெற்றிருக்கும் புலன்களின் (senses) எண்ணிக்கையின் அடிப்படையில் நான்கு முக்கிய வகைகளாக வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. சரகா பிராணிகளை எட்டு தொகுதிகளாகப் பிரித்துள்ளார். சுஸ்ருதா பிராணிகளை இரண்டு பெரிய பிரிவுகளாகவும், மீண்டும் அவற்றை 13 தொகுதிகளாகவும் பிரித்துள்ளார்.

இந்திய வரலாற்றின் இடைக்காலத்தில், பிராணிகளைப் பற்றிய ஆய்வுகள் பண்டைய கால ஆய்வுகளின் தொடர்ச்சியாகவே அமைந்தன. ***Manasollasa*** என்ற சோமவீரா (Somavera) அரசனின் நூல் 37 வகையான அதிசய மீன்கள் பற்றிய வகைப்பாட்டை விளக்கியுள்ளது. ஹம்சதேவாவின் (Hamsadeva) ***Mrga-Pakshi-Sastra***

என்ற 13ஆம் நூற்றாண்டு நூல் தான், முழுவதும் அறிவியல் சார்பு நூலாக இல்லாவிடினும், பிராணிகளைப் பற்றிய முதல் தனி நூலாகும். இதில் பிராணிகளின் நடத்தை, உருவ அளவு, நிறம் போன்றவை விவரிக்கப்பட்டுள்ளன. இந்நூலில் காணப்படும் பெரும்பான்மையான பிராணிகள் பாலூட்டிகள் மற்றும் பறவைகளாகும். பாபரில் (Babar) தொடங்கி பல இஸ்லாமிய மன்னர்கள் பிராணிகளை இனப் பெருக்கம் செய்தனர். அக்பர் (Akbar) அரசின் விளையாட்டுத்துறை, வேட்டையாடிய அனைத்துப் பிராணிகளைப் பற்றிய பட்டியலையும், அவற்றின் பண்புகள் பற்றிய முழு விவரங்களையும் பேணி பராமரித்து வந்தது. ஜஹாங்கிர் பிராணிகளை மிகவும் நேசித்தவர்; பல பிராணிகளின் ஓவியங்களைத் தயாரிப்பதில் அவர் ஊக்கமளித்தார். அவருடைய அரண்மனையில் மிகப்பெரிய பறவையகமும் (aviary), காட்டு விலங்கு காட்சியகமும் இருந்தன. அவற்றின் மூலம் பிராணிகளைப் பற்றிய அறிவியல் ஆய்வுகள் பல செய்யப் பட்டன. மொகலாய அரசர்கள் காலத்திய பிராணிகள் பற்றிய மிக விவரமான நூல் ஒன்றை அலி (Ali) என்பவர் எழுதியுள்ளார்.

தெற்கில் அமைந்திருந்த தமிழ் நாட்டிலும் பிராணிகளைப் பற்றிய விவரங்கள் பல இலக்கியங்களிலும் கல்வெட்டுகளிலும் காணப்படுகின்றன. P.L.சாமி (P.L.Sami) மற்றும் H.S.இராவ் (H.S.Rao) ஆகியோர் சங்க காலப் பிராணிகள் பற்றிய விவரங்களைத் திரட்டியுள்ளனர். இவற்றில் பாலூட்டிகள், பறவைகள், ஊர்வன, பூச்சிகள், தேள்கள், சிலந்திகள், நத்தைகள், சிப்பிகள் போன்றவை அடங்கும்; வளர்க்கப்பட்ட மற்றும் இயல்பாக வாழும் பிராணிகள் பற்றிய விவரங்கள் கிடைக்கப் பெற்றுள்ளன. புராதனச் சிறப்பு பெற்ற யாளி (Yali) என்ற அதிசய மிருகமும் இலக்கியங்களிலும், கோவில்களிலும் சிலையாக வடிக்கப் பட்டுள்ளன.

மேற்கத்திய நாட்டவர் இந்தியாவை ஆக்ரமித்த காலத்தில், தாவரவியல் ஆய்வு நடந்த அளவுக்குக்கூட, பிராணியியல் ஆய்வுகள் மேற்கொள்ளப்படவில்லை. 19ஆம் நூற்றாண்டின் தொடக்கத்தில் பாரக்பூரில் ஒரு இயற்கை வரலாற்றுத் துறை ஆரம்பிக்கப்பட்டு பறவைகள் மற்றும் இதர பிராணிகள் பற்றிய ஆய்வுகள் ஃபிரான்சிஸ் புச்சனன் (Francis Buchanan) தலைமையில் தொடங்கப்பட்டன. எனினும் குறிப்பிடத்தக்க ஆய்வுகள் இங்கு மேற்கொள்ளப்படவில்லை. பின்பு ஹாட்ஜ்சன் (Hodgeson) *(பிறந்தது 1847) (நேபாள மற்றும் இமாலயப் பகுதிகளில் 115 பிராணிச் சிற்றினங்கள்)*, வால்டர் எல்லியட் (Walter Elliot) *(1839) (மகாராஷ்ட்ரா மாநில பிராணிகள்)*, S.R.டிக்கல் (S.R.Tickell) (1833) *(பறவைகள்)*, பிளான்ஃபோர்டு (Blanford) 1895) *(பறவைகள்)* E.பிலித் (E.Blyth) *1842-1852, 1863, 1888-1891)* பறவைகள் மற்றும் பாலூட்டிகள் பற்றிய மிக விவரமான விளக்கங்கள்; 40க்கும் மேற்பட்ட ஆய்வுக் கட்டுரைகள் மற்றும் பல தொகுதிகள் அடங்கிய இந்தியப் பிராணிகளைப் பற்றிய தொகுக்கப்பட்ட நூல் **The Fauna of British India**), W.தியோபால்டு (W.Theobald) *(ஊர்வன மற்றும் சிப்பிகள்)*, G.நெவில் (G.Nevil) *(சிப்பிகள்)*, H.காட்வின் - ஆஸ்டின் (H.Godwin-Austen) *(பறவைகள்)*, G.E.டாப்சன் (G.E.Dobson) *(பாலூட்டிகள்)*, A.L.ஆதம்ஸ் (A.L.Adams) *(இந்தியாவின் பறவைகள் மற்றும் பாலூட்டிகள் பற்றிய ஒரு நூல்)* ஐட்சிசன் (Aitchison) *(பாலூட்டிகள்)*, A.O.ஹியூம் (A.O.Hume) *(பறவைகள்)*, மற்றும் R.C.இரவுட்டன் (R.C.Wroughton) *(அணில் போன்ற கொறி விலங்குகள்)* போன்றவர்கள் இந்தியப் பிராணிகள் பற்றிய ஆய்வை மேற்கொண்டவர்களில் மிக முக்கியமானவர்கள். பின்பு இந்திய அருங்காட்சியகம் ஏற்படுத்தப்பட்டது. இதனைத் தொடர்ந்து கொல்கத்தாவைத் தலைமையிடமாகக் கொண்டு Zoological Survey of India என்ற அமைப்பு ஏற்படுத்தப்பட்டு பிராணிகளைப் பற்றிய ஆய்வுகள் மேற்கொள்ளப்பட்டன.

19 மற்றும் 20ஆம் நூற்றாண்டுகளில் தாவரவியல் துறையில் இந்தியாவில் செய்யப்

பட்ட ஆய்வுகள், கண்டுபிடிப்புகள் போன்ற வற்றின் வரலாறு இரண்டு தொகுதிகளில் அமைந்த **History of Botany in India** என்ற நூலின் மூலம் விளக்கப்பட்டுள்ளன. அந்தந்த துறை வல்லுநர்கள் எழுதிய பல அத்தியாயங்கள் அடங்கிய இந்த நூலை பேராசிரியர் B.M.ஜோஹ்ரி (B.M.Johri) *1988*ஆம் ஆண்டு தொகுத்து வழங்கியுள்ளார். இந்தத் தொகுப்பு நூலில் குறிப்பிடத்தக்க முக்கிய தாவரவியல் வல்லுநர்கள் பிர்பால் சாஹ்னி (Birbal Sahni) *(தொல்தாவரவியல்)*, பஞ்சனன் மகேஸ்வரி (Panchanan Maheswari) *(கருவியல் மற்றும் திசுவளர்ப்பு)*, B.G.L.சுவாமி (B.G.C.Swamy) *(தாவர அமைப்பியல்)*, V.பூரி (V.Puri) *(தாவர அமைப்பியல்)*, சினாய் (Chinoy) *(தாவர வாழ்வியல்)*, M.O.P.ஐயங்கார் (M.O.P.Iyengar) *(ஆல்காவியல்)*, R.N.சிங் (R.N.Singh) *(ஆல்காவியல்)*, T.S. சதாசிவன் (T.S.Sadasivan) *(பூஞ்சையியல் மற்றும் தாவர நோயியல்)*, M.S.சுவாமிநாதன் (M.S.Swaminathan) *(மரபியல், தாவர மேம்பாட்டியல்)* மற்றும் B.P.பால் (B.P.Pal) *(தோட்டவியல்)* போன்றவர்களாவர். தாவர அமைப்பியல், கருவியல், தொல்தாவர வியல், பூஞ்சையியல், தாவர நோயியல் மற்றும் ஆல்காவியல் போன்றவற்றில் இந்திய ஆய்வாளர்கள் செய்த ஆய்வுகள் உலகளவில் மிகவும் குறிப்பிடத்தக்கவை. பிராணியியல் வல்லுநர்களில் குறிப்பிடத்தக்க ஆய்வுகளைச் செய்தவர்கள் M.S.மணி (M.S.Mani) மற்றும் அனந்தகிருஷ்ணன் (T.N.Ananthakrishnan) *(பூச்சியியல்)*, சேஷய்யா (Seshaiah) *(கடல்வாழ் உயிரினங்கள்)*, சேஷாச்சர் (Seshachar) போன்ற வர்கள் ஆவர்.

உயிர் இயல்பியல் (Biophysics) துறையில், குறிப்பாக மூலக்கூறு உயிர் இயல்பியல் துறையில், இந்தியாவின் ஆய்வுப் பணி மிகவும் பெருமை வாய்ந்தது. இந்தியாவில் இந்தத் துறை ஆய்வுகளைத் தொடங்கியவர் பேராசிரியர் G.N.இராமச்சந்திரன் அவர்கள் ஆவார். இவரும் இவருடைய மாணவர்கள் பலரும் உயிர் மூலக்கூறுகள் பலவற்றைப் பற்றி, முக்கியமாக புரதங்கள் *(மாமிசப்புரதமான கொல்லஜன் உட்பட)*, நூக்லிய அமிலங்கள் (nucleic acid) *(முக்கியமாக DNA வின் பல வகைகள்)*, ஸ்டீராய்டு பொருட்கள், உயிர் அனங்கக மூலக்கூறுகள் போன்றவற்றை, படிகவியல் ஆய்வுமுறைகள் மற்றும் வேறுபல ஆய்வு முறைகளைப் பயன்படுத்தி சிறப்பான ஆய்வு கள் பல செய்துள்ளனர்.

VI

மனித உடல் - நலனிலும், நோயிலும்

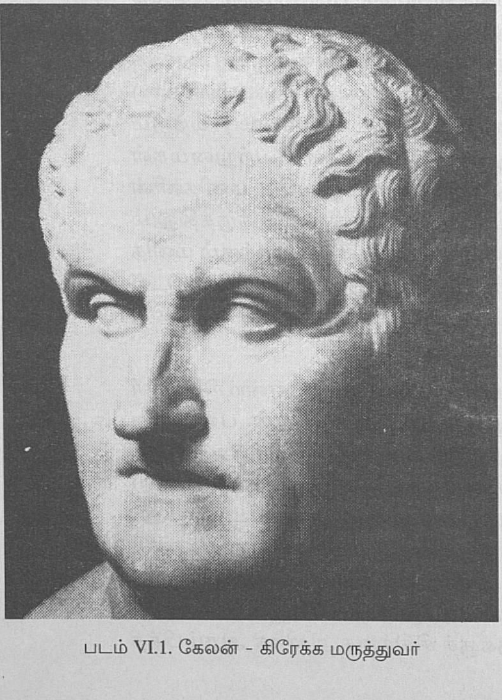
1) மனித உடலமைப்பு

அறிவியலின் வரலாற்றை மேம்போக்காகப் பார்த்தால் கூட, மனித உடலமைப்பு பற்றிய உண்மைகளை அறிய முற்பட்ட மக்களில் பெரும்பாலோர் மருத்துவத் துறையில் ஈடுபாடு கொண்டவர்களாகத் தான் இருந்திருக்கிறார்கள் என்ற உண்மை புலப்படும். இந்த அத்தியாயத்தில், மனித உடலமைப்புப் பற்றிய ஆய்வுகளின் வரலாறு பற்றி முதற்கண்ணும், பின்பு மருத்துவ ஆய்வுகளின் வரலாறு பற்றி பின்பும் விளக்கப்பட்டுள்ளன.

அல்க்மீயான் (Alcmaeon) (ஏறக்குறைய *530* BCE) என்ற கிரேக்க அறிஞர் தான் மனித மற்றும் விலங்குகளின் உடல்களில் முதலில் அறுவைப் பரிசோதனைகள் செய்தவர்களில் முதன்மையானவராகக் கருதப்படுகிறார். கண் நரம்புகள், யூஸ்டேசியன் குழல் (Eustachian tube) (காதையும் வாயையும் இணைக்கும் குழல்) மற்றும் தமனி (artery) மற்றும் சிரை (vein) இரத்தக் குழாய்களுக்கு இடையே உள்ள வேற்றுமைகள் ஆகியவற்றை முதன்முதலில் கண்டுபிடித்தவரும் இவரே. மனிதனின் அறிவாற்றலை நிர்ணயிக்கும் மையம் மூளை தான் என்ற கருத்திலும் அவர் நம்பிக்கை கொண்டிருந்தார். பண்டைய எகிப்தியர்களுக்கும் மனித உள்ளமைப்பு பற்றிய அறிவு அதிகமாக இருந்தது. இறந்தவர்களின் உடல் அழுகாமல் பலகாலம் நீடிக்கும் வகையில் பதப்படுத்தும் எகிப்திய முறைகளின் மூலம் இக்கூற்று வலுவடைகிறது.

கேலன் (பிறந்தது ஏறக்குறைய *130* CE) (படம் VI.1) என்ற கிரேக்கர் மிகப் பிரபலமான மருத்துவர் ஆவார். பன்றி மற்றும் பல்வேறு விலங்குகளில் அவர் அறுவைச் சோதனைகள் செய்துள்ளவர். அக்காலக் கட்டத்தில் மனித உடலில் அறுவை ஆய்வுகள் செய்வது உரோமானிய சட்டங்களால் தடை செய்யப்பட்டிருந்தது இங்கு குறிப்பிடத்தக்கது. மனித உடலின் பல்வேறு தசைகளை முதன்முறையாக இனங்கண்டு விவரித்தவர் கேலன் ஆவார். தண்டுவடத்தின் (spinal cord) முக்கியத்துவத்தையும் முதன்முதலில் எடுத்துரைத்தவர் இவரே. *158* CE முதல் காயப்பட்ட பல மனிதர்களுக்குச் சிகிச்சை அளிக்க ஆரம்பித்த

கேலன், காயங்களை அறுவை சிகிச்சைக்கு உட்படுத்துதல், உடைந்த எலும்புகளை ஒட்டவைத்தல், நோயாளிகளின் தினசரி உணவை மேற்பார்வையிடுதல் போன்ற பல செயல்களில் தன்னை ஈடுபடுத்திக் கொண்டார். இதன் மூலம் ஆழ்ந்த மருத்துவ அறிவைப் பெற்ற இவர் பல நூல்களைப் படைத்துள்ளார். இவருடைய பலநூல்கள், குறிப்பாக **On Anatomical Preparations** (ஆங்கிலத்தில் மொழி பெயர்ப்பு செய்த நூல்) என்ற நூல், மருத்துவத் துறையிலும் மருத்துவர்களிடமும் பல சந்ததிகள் நிலைத்து நின்றன. மருத்துவத் துறையைப் பாதித்த மிக முக்கிய ஒரு சில நூல்களில் மேலே குறிப்பிட்ட நூலும் ஒன்று. இவருடைய நூல்களில் ஏற்பட்ட முக்கியக் குறை என்ன வெனில், அவை மீண்டும் மீண்டும் படிவங்கள் எடுக்கப்பட்டு, ஒவ்வொரு படிவத்திலும் குறைகள் மற்றும் தவறுகள் திருத்தப்படாமல் மென்மேலும் அதிகரித்துக் கொண்டே சென்றது தான்.



படம் VI.1. கேலன் - கிரேக்க மருத்துவர்

படம் VI.2. ஆண்டிரியாஸ் வெசேலீயஸ்

ஆண்டிரியாஸ் வெசேலீயஸ் *(1514-1564)* (படம் VI.2) என்ற பெல்ஜிய நாட்டு மருத்துவர் *1543*ஆம் ஆண்டு **De humani Corporis fabrica** (= **மனித உடலின் உள்ளமைப்பு**) என்ற நூலை வெளியிட்டார். அது நாள் வரை மருத்துவத் துறையில் பிரசுரிக்கப்பட்ட மிகமிக முக்கிய மான நூல் இதுதான். இந்த நூலின் முக்கியத் துவத்தை அடிப்படையாக வைத்து மருத்துவத் துறை வரலாற்றை மூன்று காலகட்டங்களாகப் பிரிப்பர்: வெசேலீயஸுக்கு முற்பட்ட காலம், வெசேலீயஸ் காலம், மற்றும் வெசேலீயஸுக்கு பிற்பட்ட காலம். இந்த நூலின் பிரபலத்திற்குக் காரணம், அதில் விவரிக்கப்பட்டுள்ள செய்தி களின் பிழையின்மை மற்றும் அதில் காணப்படும் விளக்கப்படங்களின் உயர்ந்த தன்மை ஆகியவை தான். கேலன், ரேஜஸ் (பிறந்தது *852* CE) மற்றும் அவிசென்னா (பிறந்தது *980* CE) போன்றவர்களின் படைப்புகள் தான் வெசேலியஸின் ஆய்வுகளை மிக அதிகமாகப் பாதித்தவை. எனினும் கேலனின் படைப்புகளின் இருந்த தவறுகள் பல வெசேலீயஸை வருத்தமடையச் செய்தன. முக்கியமாக, இந்தத் தவறுகளை அறியாம

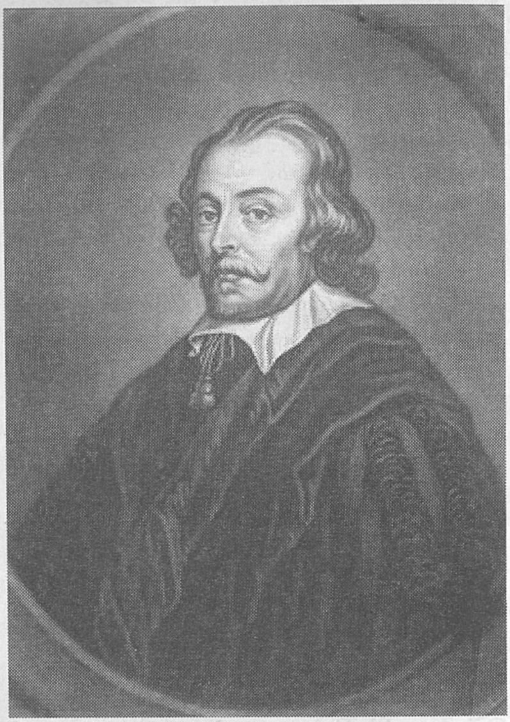
லேயே பல மருத்துவப் பேராசிரியர்கள் இத்தாலியின் பதுவா பல்கலைக்கழகத்தில் கேலனின் நூலின் துணை கொண்டு மாணவர் களுக்கு மருத்துவம் கற்பித்தது அவருக்கு ஆழ்ந்த வருத்தத்தைத் தந்தது. இதன் காரணமாக மற்ற மருத்துவர்களுக்கும், வெசேலீயஸுக்கும் இடையே பலமுறை வாக்குவாதங்களும் தகராறுகளும் ஏற்பட்டன. இவருடைய முக்கிய குற்றச்சாட்டு என்னவெனில் கேலனின் நூல் மனித உடலை அறுவை செய்யாமல், பன்றி, குரங்கு போன்ற விலங்குகளின் உடல்களில் மேற்கொண்ட அறுவைச் சோதனைகள் மூலம் எழுதப்பட்ட நூல் என்பதுதான். ஒரு சமயம் மனிதன் மற்றும் வாலில்லா குரங்கு ஆகிய இரண்டின் எலும்புக்கூடுகளை அருகருகாமை யில் வைத்து தன்னுடைய சக மருத்துவப் பேராசிரியர்களுக்கு இரண்டுக்கும் இடையே உள்ள ஏறக்குறைய 200க்கும் மேற்பட்ட வேறுபாடுகளை அவர் எடுத்துக் காட்டினார். மனித உடலின் மேல் மேற்கொண்ட அறுவைச் சோதனைகளின் அடிப்படையில் எழுதப்பட்ட வெசேலீயஸின் நூலிலும் குற்றம் குறைகள் இல்லாமல் இல்லை. இவற்றில் மிகவும் குறிப்பிடத்தக்கவை (தற்பொழுது உள்ள விவரங் களின் அடிப்படையில்) உணவு செரிமானம் பற்றிய அவருடைய கருத்துக்களும், சுவாசித்தல் பற்றிய அவருடைய விளக்கங்களும்தான். உண்ணப்பட்ட உணவு ஒரு வகையான ''சமைத்தலுக்கு'' (Cooking) வயிற்றுப்பகுதியில் ஆளாகின்றன என்றும், சுவாசித்தல் நிகழ்ச்சி இரத்தத்தை குளிர்ச்சியாக்கும் நிகழ்வு என்றும் அவர் கருதியது தற்போதைய உண்மைகளுக்குப் புறம்பானவை. பதுவா பல்கலைக்கழகத்தில் வெசேலீயஸைத் தொடர்ந்து வந்த காபிரியேல் ஃபல்லோபியஸ் (Gabriel Fallopius) (1523-1562) என்பவர் மனித காதின் உள்ளமைப்பைச் சரியாக விளக்கியவர்; இனப்பெருக்க உறுப்புகளின் அமைப்பு பற்றியும் குறிப்பாக ஃபல்லோபியன் குழாயின் (Fallopian Tube) (அவரின் பெயரால் அழைக்கப்பட்ட உறுப்பு) அமைப்பு பற்றியும் (ஆனால் செயல்கள் பற்றி அல்ல) அவர் விளக்கமளித்தார். ஆணுறையைக் (Condom) கண்டுபிடித்த பெருமையும் அவரைச் சாரும்.

2) இரத்த ஓட்டம்

கேலனின் காலத்திற்கு வெகு முன்பாகவே மனித உடலுக்கு இரத்தம் மற்றும் இரத்த ஓட்டத்தின் குறிப்பிடத்தக்க முக்கியத்துவம் ஹிப்போகிரேட்டஸ் (Hippocrates) மற்றும் அரிஸ்டாட்டில் போன்றவர்களின் படைப்பு களால் அறியப்பட்டது. எனினும் இரத்தம் ஏன் முக்கியத்துவம் வாய்ந்தது என்ற வினாவிற்கு விடை தெரியவில்லை. பல மதவாத மற்றும் உணர்ச்சிபூர்வ செயல்களும் எண்ணங்களும் இரத்தத்தோடு தொடர்புபடுத்தப்பட்டு வந்தன (இன்றும் இது தொடர்கிறது). அரிஸ்டாட்டி லின் கருத்துப்படி இதயம் தான் மனித உடலின் மைய உறுப்பு (ஆனால் அவர் இதயம் தான் மனித அறிவினை நிர்ணயம் செய்கிறது என்று தவறாக நினைத்தார்). கேலன் இரத்தத்தைப் பற்றி மிகவும் விநோதமான கருத்துக்களைக் கொண்டிருந்தார். அவருடைய கருத்துப்படி எல்லா இரத்தமும் கல்லீரலில் தோன்றுகின்றன; அங்கு தான் ''சமைக்கப்பட்ட உணவு'' (cooked food) அல்லது கைல் (chyle) இரத்தமாக மாற்றப்பட்டு ''இயற்கை சக்திகளுடன் (Natural spirits) ஒன்றற கலக்கப்படுகிறது. பின்பு கல்லீர லில் இருந்து, சிரைகளின் வலையமைப்பு மூலம் மனித உடலின் எல்லாப் பகுதிகளுக்கும் உணவும், ''இயற்கை சக்திகளும்'' இரத்தத்தின் மூலம் கொண்டு செல்லப்படுகின்றன. சிரை களில் இருந்து இரத்தம் இதயத்தின் வலது பக்கத்தை அடைந்து, பின்பு அதில் ஒரு சிறு பகுதி இதயத்தின் வலது பக்கத்திற்கு இரண்டு பக்கத்திற்கும் இடையில் உள்ள தடுப்புச்சுவரின் சிறிய துவாரங்கள் வழியாக அடைகிறது. இதயத்தின் வலது பக்கத்தில் இரத்தம் நுரையீரல் மூலம் பெறப்பட்ட காற்றுடன் கலந்து விடுவ தால் அது ''உயிர்ச் சக்திகளுடன்'' (Vital spirits) ஏற்றம் பெறுகிறது; இந்த ''உயிர்ச் சக்திகள்'' தான் மக்களின் விருப்பு வெறுப்புகளைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. இந்நிகழ்வின் போது

இரத்தம் அதிக அளவு சிவப்பு நிறத்தைப் பெற்று, உடலில் மற்ற பகுதிகளுக்குச் செல்கிறது. தமனி இரத்தத்தின் ஒரு பகுதி மூளைக்குச் சென்று அங்கு உண்டாக்கப்படும் ''விலங்கு சக்திகளுடன்'' (animal spirits) இணைகிறது. இந்தச் சக்திகள் தான் இயக்கங் களையும், உணர்ச்சிகளையும் கட்டுப்படுத்து கின்றன. இந்தச் சக்திகள் இரத்தத்துடன் மூளையில் கலந்து நரம்புகள் வழியாக உடலின் பல்வேறு பாகங்களுக்கு எடுத்துச் செல்லப் படுகிறது. நுரையீரல்கள் இயற்கையாகவே சூடாக உள்ள இதயத்தைக் குளிரச் செய்கிறது; இதயம் தான் ''ஆத்மா''வின் இருப்பிடம். மேற்கூறிய கேலனின் கருத்துகள் அனைத்தும் சர்ச்சின் மதவாதக் கொள்கைக்கும் எண்ணங் களுக்கும் ஒப்புதலாக இருந்தது குறிப்பிடத் தக்கது. மைக்கேல் சர்வீடஸ் (ஏறத்தாழ *1511-1533)* இதயத்தின் வலது இடது பக்கங் களைப் பிரிக்கும் இடைச் சுவரில் துவாரங்கள் இல்லை என்பதை முதலில் நிரூபித்தார்; கேலனின் கருத்து தவறு என்று எடுத்துக் காட்டினார். மேலும், இரத்தம் நுரையீரல் களுக்குச் செல்வது காற்றுடன் கலப்பதற்குத் தான் என்றும், இந்த நிகழ்வின் காரணமாகத் தான் அது அதிக சிவப்பு நிறத்தைப் பெறுகிறது என்றும் அவர் நிரூபித்தார். அதன்பின் இரியால்டோ கொலம்போ (Realdo Columbo) (1516-1559) என்பவர், அவர் இறந்தபின் பிரசுர மான அவருடைய **De re anatomica** *(=உள்ளமைப்பியல்)* என்ற நூலில், இரத்தம் இதயத்தின் வலதுபுறத்தில் இருந்து இடதுபுறத் திற்கு நுரை யீரல் வழியாகத்தான் செல்கிறது என்பதைச் சந்தேகமின்றி நிரூபித்திருந்தார்.

இந்தத் தருணத்தில் தான் வில்லியம் ஹார்வி (William Harvey) (1578-1657) (படம் VI.3) என்ற இங்கிலாந்து நாட்டு மருத்துவநிபுணர் தன்னுடைய ஆய்வுகளைத் தொடங்கினார். அரிஸ்டாட்டில் மற்றும் கேலன் ஆகியோரிடம் அதிக மதிப்பு வைத்திருந்த ஹார்வி தன் வீட்டுக்கு அருகாமையிலிருந்த கசாப்பு கடைக் காரர்களிடமிருந்தும், இறைச்சி வெட்டும்



படம் VI.3. வில்லியம் ஹார்வி

இடங்களிலிருந்தும் பல்வேறு விலங்குகளின் இதயங்களைப் பெற்று சிறிய வயதிலிருந்தே இதயங்களின் அமைப்பு மற்றும் செயல் பற்றி ஆய்வு செய்யத் தொடங்கினார். மருத்துவப் பட்டம் பெற்று இத்தாலியின் பதுவா பல்கலைக் கழகத்தில் பேராசிரியர் ஃபாபிரிஷியஸ் (Fabricius) கீழ் பணிபுரிந்தார். அங்கு அவருடைய நண்பர் ஒருவருக்கு ஒரு சண்டையின் போது முரடர்களால் தாக்கப்பட்டு காயம் ஏற்பட்டு இரத்தம் அதிக அளவில் வெளியேறியது (அக்காலத்தில் பதுவாவில் முரடர்களின் எண்ணிக்கை மிகவும் அதிகமாக இருந்தது குறிப்பிடத்தக்கது). இரத்தம் தமனி வழியாக விட்டு விட்டும் சிரை வழியாக ஒரே சீராகவும் வெளியேறியது. இரத்தம் உடலின் ஏதோ ஒரு பகுதியிலிருந்து அழுத்தப்பட்டு வெளியேறு கிறது (pumped out) என்ற முடிவுக்கு வர

ஹார்விக்கு இந்நிகழ்ச்சி உதவியது. அவர் 1602ஆம் ஆண்டு பதுவாவிலிருந்து தாய்நாடான இங்கிலாந்திற்குத் திரும்பி வந்து இரத்தம் ஓட்டம் பற்றிய தன்னுடைய ஆய்வைத் தொடர்ந்தார். 1603ஆம் ஆண்டு ஃபாபிரிஷியஸ் சிரைகளில் வால்வுகள் (Valves) கண்டுபிடித்த நிகழ்ச்சி, ஹார்வியின் ஆய்வு சிந்தனைக்குப் பெரும் தூண்டுகோலாக அமைந்தது. சிரைகளில் வால்வுகள் இருப்பது இரத்த ஓட்டம் ஒரு வழிப்பாதையில் நடைபெற வேண்டும் என்பதை எடுத்துக்காட்டுகிறது என்று அவர் எண்ணினார். தொடர்ந்து செய்த ஆய்வுகளின் அடிப்படையில் 1628ஆம் ஆண்டு **Exercitatio anatomica de motu cordis et sanguinis in animabilus** ***(= பிராணிகளில் ஏற்படும் இதயம் மற்றும் இரத்தத்தின் அசைவுகள்)*** என்ற நூலில் இரத்த ஓட்டம் பற்றிய தன்னுடைய முடிவு களைத் தொகுத்து வழங்கினார். 72 பக்கங்கள் மட்டும் கொண்ட இந்த நூலின்மூலமாக, இரத்த ஓட்டம் ஒரு எந்திரத்தனமான செயல்தான் என்பதை அவர் நிரூபித்தார். இதயம் தசைகளால் ஆனது என்றும், அது சுருங்குவதால் அதிலுள்ள இரத்தம் வெளியேற்றப்படுகிறது என்றும் அவர் எடுத்துக் காட்டினார். இதயத்தின் வலது மற்றும் இடது பக்கங்களின் மேல் அறைகள், கீழ் அறைகளிலிருந்து வால்வுகளால் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன என்றும் இதன் காரணமாக இரத்தம் மேல் அறைகளிலிருந்து ஒரு வழிப் பாதையாகக் கீழ் அறைகளுக்குத் தான் செல்லுமே ஒழிய எதிர்திசையில் செல்லாது என்றும் அவர் எடுத்துக்காட்டினார். சிரைகளில் உள்ள வால்வுகள் இரத்தம் சிரைகளிலிருந்து இதயத்திற்குச் செல்லுமாறு செயல்படுகின்றன; அதேபோன்று இதயத்தில் உள்ள வால்வுகள் இரத்தம் இதயத்திலிருந்து தமனிகளுக்கு மட்டும் செல்லுமாறு செயல்படுகின்றன. ஒரே இரத்தம் ஒரு மூடிய வட்டப்பாதைமூலம் உடல் முழுவதும் செலுத்தப்படுகிறது என்று அவர் முதன் முதலில் நிரூபித்தார். கேலன் எண்ணியவாறு இரத்தம் அதனுடைய ஓட்டத்தின் போது தமனிகளின் முடிவில் அழிக்கப்பட்டு சிரைகளின் முடிவில் மீண்டும் உருவாக்கப்படுவதில்லை என்பதை ஹார்வி எடுத்துக்காட்டினார்.

எனினும், மனித உடலில் இரத்த ஓட்டத்தில் அவசியம் என்ன என்பதைப்பற்றி ஹார்வி முழுவதுமாக விளக்கவில்லை. ஹார்வியைத் தொடர்ந்து நான்கு அறிவியல் அறிஞர்கள் தம்முடைய ஆய்வுகளின் மூலம் இதற்கு விடை கண்டனர். இராபெர்ட் பாயில் *(1627-1691)*, காற்று பம்ப்புகளைப் (air pumps) பயன்படுத்திய சோதனைகள் மூலம், பிராணிகள் காற்றில்லாமல் உயிர் வாழ முடியாது என்று நிரூபித்தார். இராபெர்ட் ஹுக் (Robert Hooke) (1635-1703) ஒரு நாயின் நுரையீரலை செயலிழக்க செய்து, செயற்கை சுவாசம் (artificial respiration) மூலம் அதன் நுரையீரல்களுக்குக் காற்று கொடுத்து, அதனை உயிருடன் இருக்க வைத்தார். இவர் செய்த இன்னொரு சோதனை மூலம் இரத்தத்தில் உள்ள காற்று தான் உயிர் தொடர்ந்து இருக்க முக்கியமே ஒழிய, நுரையீரல்களின் அசைவுகள் அல்ல என்று நிரூபித்தார். இரிச்சர்டு இலோயர் (Richard Lower) (1631-1691), கருமைச் சிவப்பான இரத்தம், நுரையீரலில் தான் நல்ல சிவப்பு நிறமான இரத்தமாக மாறுகிறது என்றும் இந்த மாற்றத்திற்கு நுரையீரல்களில் உள்ள காற்று தான் காரணம் என்றும் நிரூபித்தார். இறுதியாக, ஜான் மேயோ (John Mayow) *(1643-1691)* இந்த இரத்த நிறமாற்றத்திற்கான நுரையீரல் காற்றில் உள்ள பொருளை இனங்கண்டு அதற்கு spiritus nitro aerus *(பின்னால் இது ஆக்சிஜன் என்று அழைக்கப்பட்டது)* என்று பெயரிட்டார்.

இத்தாலியின் போலோனா பல்கலைக் கழகத்தைச் சேர்ந்த மிகச் சிறந்த நுண்ணோக்கியாளரான (microscopist) மார்செல்லோ மல்பீஜி *(1628-1694)* இரத்த நாளங்களின் மிக நுண்ணிய முடிவுக் கிளைகளான தந்துகிகளை (capillaries) கண்டுபிடித்தார். இந்தத் தந்துகிகள் தான் தமனிகளையும் சிரைகளையும் ''இணைக்கும்'' பாலமாகச் செயல்படுகின்றன என்று அவர் எடுத்துக்காட்டினார். யான் ஸ்வாமெர்டாம் *(1637-1680)* இரத்தத்தில் உள்ள சிவப்பணுக்

களைக் (Red blood corpuscles) கண்டுபிடித்தார். இவைதான் ஹீமோகுளோபின் (Haemoglobin) நிறமிகள் மூலம் ஆக்சிஜன் எடுத்துச் செல்ல உதவுகிறது என்பது பின்பு செய்யப்பட்ட ஆய்வுகள் மூலம் தெளிவாகியது.

2) மனித உடலமைப்பின் மற்ற கூறுகள்

ஜியோவன்னி போரெல்லி (Giovanni Borelli) (1608-1679) என்ற இத்தாலியரும், இலா மெட்ரி என்ற ஹாலந்து நாட்டு அறிஞரும், நியூட்டன் மற்றும் டேகார்டின் எந்திரக் கருத்துருவால் மிகவும் தூண்டப்பட்டனர். இவர்களில் முதலாமவர் **De motu animalium** (= **பிராணிகளின் இயக்கம்**) என்ற தலைப்பில் நூல் ஒன்றை வெளியிட்டார். இந்நூலில் தனியான தசைகள் மற்றும் தசைத் தொகுப்புகளின் இயக்கங்கள் நெம்புகோலைப் (lever) போன்று எந்திர அடிப்படையில் அமைகின்றன என்று கூறினார். பறவைகள் எவ்வாறு பறக்கின்றன என்பதைப் பற்றியும், மனிதர்கள் மற்றும் மிருகங்களின் உடல்கள் எவ்வாறு வெவ்வேறு நிலைப்பாடுகளை(postures) (எடுத்துக்காட்டாக, நிற்றல் நிலை, படுக்கும் நிலை, உட்காரும் நிலை) மேற்கொள்ள முடிகிறது என்பதைப் பற்றியும் அவர் தன்னுடைய நூலில் விளக்கியுள்ளார். இலா மெட்ரி **L' Homme machine** (= **மனிதன் என்ற எந்திரம்**) என்ற நூலை 1748ஆம் ஆண்டு பிரசுரித்தார். மனிதன் ஒரு எந்திரம் என்றும், அவனுடைய இயக்கங்கள் அனைத்தும் இயல்பியல் மற்றும் வேதியப் பொருட்களால் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன என்றும், அவனுடைய அனைத்து உறுப்புகளும் எந்திரம் போன்று தான் செயல்படுகின்றன என்றும் தன்னுடைய நூலில் அவர் விளக்கியுள்ளார்.

ஆல்பரெக்ட் ஃபான் ஹேலர் (Albrecht von Haller) (1708-1777) என்ற ஸ்விட்சர்லாந்து நாட்டு ஆய்வாளரும் அவருடைய மாணவர்களும் மனித உறுப்புகளை ஒவ்வொன்றாக எடுத்துக் கொண்டு அவற்றின் அமைப்பும் செயல்பாடும் எப்படித் தொடர்பு கொண்டுள்ளன என்று விளக்கினர். உள்ளமைப்பியலையும், செயலியலையும் முதன்முதலில் இணைத்து ஆராய்ந்தவர்கள் இவர்கள்தான். நரம்புகளும், தசைகளும் புறத் தூண்டல் (irritability) மற்றும் உணர்ச்சி வசப்படும் போது எவ்வாறு செயல் படுகின்றன என்று முதன்முதலில் விளக்க முற்பட்டனர். இவர்களுக்கு முன்பு நரம்புகள் ஒரு வகையான திரவம் அல்லது ''சக்தியை'' எடுத்துச் செல்லும் மிகவும் விநோதமான மற்றும் மர்மமான இழைகள் அல்லது தமனி சிரைபோன்ற உட்புழை கொண்ட குழாய்கள் (hollow tubes) என்று எண்ணப்பட்டன. ஆனால், தகுந்த சோதனைகளின் அடிப்படையில் நரம்புகள்தான் புறத்தூண்டுதல் மற்றும் அதற்கான பதில் வினைச்(response) செயல்களைக் கட்டுப்படுத்துகின்றன என்று ஹேலர் நிரூபித்தார். உடலின் எல்லா நரம்புகளும் மூளையில் அல்லது தண்டுவடத்தில் ஆரம்பிக்கின்றன அல்லது முடிகின்றன என்றும், இவை இரண்டும் தான் புறத்தூண்டல்களை உணரும், மற்றும் அதற்கான செயல் வினைகளை மேற்கொள்ளும் மைய உறுப்புகள் என்றும் ஹேலர் மேலும் நிரூபித்தார். இரத்த ஓட்டம் மற்றும் சுவாசித்தல் நிகழ்வுகள் பற்றியும் ஹேலர் ஆய்வு செய்து தன்னுடைய முடிவுகள் அனைத்தையும் **Elementa Physiologiae Corporis Humani** (= **மனித உடலின் செயலியல் அடிப்படைகள்**) என்ற தன்னுடைய நூலில் (1757-1766) எடுத்துக் கூறியுள்ளார். 18ஆம் நூற்றாண்டின் மிகச் சிறந்த அறிவியல் நூல்களில் ஒன்றாக இது கருதப் படுகிறது.

மூளையின் செயல்கள் பற்றிய பல்வேறு கருத்துக்கள் பன்னெடுங்காலமாகவே மக்களிடம் இருந்து வந்துள்ளன. பண்டைய தத்துவஞானிகள் மூளை தான் பகுத்தறிவுள்ள ஆன்மாவின் இருப்பிடம் என்றும் இந்த பகுத்தறிவு ஆன்மா பிராணிகளிடமும் தாவரங்களிடமும் காணப்படாமல் மனிதர்களிடம் மட்டும்தான் காணப்படுகிறது என்றும் நினைத்தனர். வரலாற்றின் இடைக்காலத்தில் கற்பனை, விவேகம், பொது அறிவு மற்றும் நினைவாற்றல் ஆகிய நான்கும் மூளையின் நான்கு அறைகளி

னால் நிர்ணயிக்கப்படுகின்றன என்று தத்துவ ஞானிகளால் கருதப்பட்டன. 17ஆம் நூற்றாண்டில், பிரான்ஸ் நாட்டு தத்துவஞானியான டேகார்ட் (இடைக்காலக் கருத்துக்களினால் நம்பிக்கையை இழக்காமல்) மூளையின் செயல்கள் எந்திர அடிப்படைகளில் அமைந்தவை என்று வலியுறுத்தினார். மூளையின் அடிப் பாகத்திலுள்ள பீனியல் உறுப்பு (Pineal body) தான் பகுத்தறிவுள்ள ஆன்மா என்றும், இந்தப் பகுத்தறிவு ஆன்மாவின் தூண்டுதல்களினால் தான் தசைகள் இயங்குகின்றன என்றும் அவர் மேலும் வலியுறுத்தினார். ''மனம் பற்றிய அறிவியல்'' (Science of mind or phrenology) 18ஆம் நூற்றாண்டில் ஓங்கியிருந்தது. மூளையின் வெவ்வேறு பகுதிகள் மனிதனின் வெவ்வேறு பண்புகளோடு தொடர்பு படுத்தப்பட்டன. 19ஆம் நூற்றாண்டின் மையக் காலத்தில் மனம் பற்றிய அறிவியல் தன்னுடைய வலிவை இழந்தாலும் 1920ஆம் ஆண்டு வரை ஒரு ஜனரஞ்சகமான பொய் அறிவியலாக (Pseudo science) இருந்து வந்தது. ஜுலியஸ் ஹிட்ஜிக் (Julius Hitzig) *(1830-1907)* மற்றும் குஸ்டாவ் ஃபிரிட்ச் (Gustav Fritsch) (1838-1927) என்ற ஜெர்மன் நாட்டு செயலியல் நிபுணர்களும் டேவிட் பெர்ரியர் (David Ferrier) (1843-1928) என்ற ஸ்காட்லாந்து நாட்டு அறிஞரும் மேற்கொண்ட சோதனைகள் மூலம் மூளையின் பல்வேறு பகுதிகள் பல்வேறு உடற்செயல்களைக் கட்டுப்படுத்துகின்றன என்று நிரூபித்தனர். ஆனால், மனம், ஆத்மா போன்ற தத்துவக் கருத்துக்களை ஆதரிக்கும் வகையில் அவற்றைக் கட்டுப்படுத்தும் குறிப்பிட்ட பகுதிகள் மூளையில் இருக்கின்றன என்ற கருத்துக்குச் சோதனை பூர்வ ஆதாரங்கள் இல்லை என்பது தெளிவாகியது. இரஷ்ய செயலியல் அறிஞரும், உளவியலாளருமான இவான் பாவ்லாவ் (Ivan Pavlov) (1849-1936), மூளை மற்றும் தண்டு வடத்தின் செயல்கள் பற்றி, குறிப்பாக அனிச்சை செயல்கள் (reflex actions) பற்றி, பிராணிகளின் மேல் செய்யப்பட்ட சோதனைகளின் அடிப்படையில் விளக்கியுள்ளார். தானாகவே ஏற்படும் அனிச்சை செயல்கள் மற்றும் தூண்டப்பட்ட அனிச்சை செயல்கள் பற்றி அவர் மேற்கொண்ட ஆய்வுகள் 1904ஆம் ஆண்டிற்கான செயலியல் அல்லது மருத்துவத்திற்கான நோபல் பரிசினை அவர் பெற உதவின.

19ஆம் நூற்றாண்டின் முடிவில் செல் கொள்கையின் விளைவால் நரம்பு செல்களும் மற்ற செல் வகைகளும் எவ்வாறு செயல்படக் கூடும் என்ற புதிய கோணங்கள் தோன்றின. 1891ஆம் ஆண்டு வில்ஹெல்ம் ஃபான் வால்டேயர் (Wilhelm von Waldeyer) (1836-1921) என்ற ஜெர்மன் அறிஞர் நரம்பு இழைகளும் (nerve fibres) நியூரான் (neuron) என்று அழைக்கப்படும் நரம்பு செல்களின் மாற்றுரு தான் என்றும், ஒரு இழையின் நுனியிலிருந்து விரல்கள் போன்ற பிரிந்து செல்லும் நுண்ணிய கிளைகள் மற்றொரு நரம்பு இழையில் இருந்து தோன்றும் நுண்ணிய கிளைகளுக்கு அருகில் அமையப் பெற்று சினாப்ஸ் (synapse) என்ற சிறிய இடைவெளியை உண்டாக்குகின்றன என்றும் எடுத்துக் கூறினார். இரமோன் ஈ கஹால் (Ramon y Cajal) (1852-1934) நியூரான் கொள்கையை (neuron theory) உருவாக்கி, நரம்பு மண்டலத்தின் அடிப்படை அலகு நியூரான் தான் என்றும் ஒவ்வொரு நியூரானும் கிளைகளையும், ஆக்ஸானையும் (axon) பெற்றுள்ளன என்றும் வலியுறுத்தினார். இந்த ஆய்வுக்காக இவர் 1906ஆம் ஆண்டுக்கான செயலியல் அல்லது மருத்துவத்திற்கான நோபல் பரிசை, செல்லின் கோல்ஜை உறுப்புகளைக் (Golgi bodies) கண்டுபிடித்த கோல்ஜையுடன் பகிர்ந்து கொண்டார்.

3) உணவு செரித்தல்

ஊருமெர் (Reaumer) (1683-1757) என்பவர் தான் முதன்முதலில் உணவு செரித்தல் (digestion) பற்றிய பல விவரங்களை அளித்தவர். தன்னுடைய சோதனைகளை அவர் தன்னுடைய வளர்ப்புப் பருந்தில் மேற்கொண்டார். செரிக்காத உணவை வாந்தி எடுக்கும்படி அந்தப் பருந்தை பழக்கி வைத்திருந்தார். உலோகத்தாலான இருபக்கமும் திறந்த சிறிய குழாய்களில்

கடற் பஞ்சு (sponge) நிரப்பப்பட்டு அந்த குழாய்களை விழுங்குமாறு பருந்தை பழக்கி யிருந்தார். இந்தக் குழாய் வாந்தி எடுக்கப் பட்டவுடன் கடற் பஞ்சை ஆராய்ந்து பார்த்ததில் அது உணவு செரிமான இரைப்பை சாற்றால் முழுவதும் நனைந்து காணப்பட்டது. உப்புச் சுவையுடன் கூடிய இந்தச் சாற்றை வேகவைத்த மாமிசத் துண்டுகளின் மேல் பிழிந்து ஊற்றிய போது, மாமிசம் சற்று மென்மையாக்கப்பட்டது (அதாவது, ஓரளவுக்குச் செரிமானம் செய்யப் பட்டது). அடுத்த சோதனையில் குழாய்களில் கடற்பஞ்சுக்குப் பதிலாக சிறுசிறு மாமிசத் துண்டுகள் அடைக்கப்பட்டு பருந்தால் விழுங்கச் செய்யப்பட்டன. பருந்து குழாயை மீண்டும் வாந்தி எடுத்தபோது அதில் இருந்த மாமிசத் துண்டுகள் ஓரளவுக்குச் செரிமானம் செய்யப்பட்டிருந்தன. இத்தகைய ஒரு சோதனையின் போது தொண்டை அடைப்பி னால் அவருடைய வளர்ப்புப் பருந்து பரிதாப கரமாக இறந்துவிட்டது. எனினும் தன்னுடைய சோதனைகளைத் தொடர்ந்த உரூமெர் தன்னையே ஆய்வுப் பொருளாக எடுத்துக் கொண்டார். இலினன் துணியால் ஆன ஒரு சிறிய பையில் கடித்துத் துண்டாக்கப்பட்ட ரொட்டித் துண்டுகளை நிரப்பி அந்த பையை அவர் விழுங்கிவிட்டார். 23 மணி நேரம் கழித்து அந்தப்பை அவருடைய மலத்துடன் வெளிவந்த வுடன், அந்தப்பையைத் தனியாகப் பிரித்து ஆராய்ந்து பார்த்ததில், ரொட்டித் துண்டுகள் அனைத்தும் காணப்படவில்லை; பை மட்டும் மாற்றங்கள் எதுவும் இல்லாமல் காணப்பட்டது. இதன்மூலம் ரொட்டித் துண்டுகள் செரிமானம் அடைந்திருக்க வேண்டும் என்பதை அவர் நிரூபித்தார்.

இதுபோன்ற சோதனைகளை ஸ்பல்லன் ஜானி (1772-1799) என்பவர் காகங்கள் மற்றும் வேறு சில பறவைகளில் தொடர்ந்து மேற் கொண்டார். செரிமானச் சாறுகளால் உண்ணப் பட்ட உணவுப் பொருட்கள் 7 மணிக்குள் முழுவதும் கரைக்கப்பட்டு விடுகின்றன என்று இவர் நிரூபித்தார். ஃபிரான்காய்ஸ் மெஜெண்டி (Francois Megendie) *(1783-1885)* விழுங்குதல் மற்றும் வாந்தி எடுத்தல் ஆகிய நிகழ்ச்சிகள் எவ்வாறு ஏற்படுகின்றன என்பதற்கான விளக்கங்களை அளித்தார். தேர்ந்தாய்வு செயலியல் (Experimental physiology) என்ற துறையை நிறுவிய கிளாட் பெர்னார்டு *(1813-1878)* உணவு செரிமானத்திற்கான உயிர் வேதிய விளக்கங்களைக் கொடுத்தார். அதுவரை நம்பப்பட்டு வந்த கேலனின் ''உயிர்ப்புக் கொள்கை'' (vitalism) இவருடைய விளக்கங் களால் செல்வாக்கை இழந்தது. உண்ணும் உணவில் சர்க்கரை இல்லாவிடினும், இரத்தத் தில் சர்க்கரை இருப்பதைக் கண்டுபிடித்த பெர்னார்டு, சாப்பிடும் உணவில் உள்ள பெரும் பாலான பொருட்கள் கல்லீரலில் குளுகோஸ் (Glucose) என்ற சர்க்கரையாக மாற்றப்படுகிறது என்று நிரூபித்தார். கிளைக்கோஜன் (glycogen) உண்டாக்கப்படுவதையும், அது கல்லீரலில் சேமித்து வைக்கப்படுவதையும், தேவைப்படும் போது அது மீண்டும் குளுகோஸாக மாறுவதை யும் பெர்னார்டு கண்டுபிடித்தார். ஒரு மருந்து அல்லது நஞ்சு எவ்வாறு உடலைப் பாதிக்கிறது என்பதற்கான செயலியல் விளக்கத்தை முதன்முதலில் அளித்தவரும் பெர்னார்டு தான்.

உணவு செரிமானத்திலும் வளர்சிதை மாற்றத்திலும் (metabolism) ஈடுபடும் முக்கிய மான காரணி நொதிகள் ஆகும். எட்வர்ட் புக்னெர் (Edourd Buchner) (1860-1917) என்ற ஜெர்மன் அறிவியல் அறிஞர் நொதித்தல் (Fermentation) என்ற நிகழ்வு பற்றி ஆய்வு செய்து கொண்டிருந்தார். இந்நிகழ்வு ஒரு உயிர்நிகழ்வு (life process) என்றே பல ஆண்டுகளாக நம்பப்பட்டு வந்தது; இது நடக்க வேண்டும் என்றால் உயிருள்ள செல்கள் தேவை என்றும் நம்பப்பட்டு வந்தது. நொதித்தலில் செயல் படும் ஈஸ்ட் (Yeast) செல்களை நன்றாக அரைத்து, அரைத்த பொருளில் உயிருள்ள ஈஸ்ட் செல்கள் எதுவும் இல்லை என்று நிர்ணயம் செய்துகொண்டு, பின்பு அரைத்த பொருளை வடிகட்டி, செல்லற்ற சாற்றை எடுத்துக் கொண்டார். இவ்வாறு வடித்து எடுத்துக் கொண்ட சாற்றை நுண்ணுயிரிகள் வந்தடை யாமல் இருக்க அதனோடு மிக அடர்த்தியான

சர்க்கரைக் கரைசலை சேர்த்தார் (ஏனெனில் சர்க்கரைக் கரைசல் நுண்ணுயிரிகள் வளர்வதைத் தடுக்கும்). அவருக்கு வியப்பு ஏற்படுத்தும் வகையில் சர்க்கரைக் கரைசலை ஈஸ்ட் சாறு நொதிக்க வைத்து ஆல்கஹாலாக மாற்றியது. ஈஸ்ட் சாற்றில் உள்ள ''நொதிப் பொருள்'' பின்பு நொதி என அழைக்கப்பட்டது. அவருடைய ஆய்வுக்காக 1907ஆம் ஆண்டின் வேதியத்துறைக்கான நோபல் பரிசு புக்னெருக்கு கிடைத்தது. தற்கால உயிர்வேதியியல் துறையைத் தொடங்கி வைத்த மிக முக்கிய மானவர்களுள் புக்னெரும் ஒருவர். பின்பு வாழ்வியலிலும், வளர்சிதை மாற்றத்திலும் தேவைப்படும் பல நொதிகள் கண்டுபிடிக்கப் பட்டன. இந்த நொதிகள் மனிதர்களிடம் மட்டுமில்லாமல் பிராணிகள், தாவரங்கள் மற்றும் நுண்ணுயிரிகளின் வளர்சிதை மாற்றங் களிலும் பெரும்பங்கு வகிப்பது நிரூபிக்கப் பட்டது.

5) இனப்பெருக்கம்

மனித உயிரியல் (Human biology) துறையில் பன்னெடுங்காலமாக சரியாகப் புரிந்துகொள்ள முடியாமல் இருந்துவந்த பகுதி இனப்பெருக்கம் பற்றியது. கரு முட்டைக்கும் (egg), கருவுறுதலுக்கும் மற்றும் கருவின் வளர்ச்சிக்கும் எந்தவிதத் தொடர்பும் இல்லை என்று ஒருசிலரால் நம்பப்பட்டு வந்தது. வேறு சிலர் விந்துக்கள் (sperms) என்ற அமைப்பே கிடையாது என்று நம்பினார். இன்னும் சிலர் விந்துவிலிருந்து கரு தோன்றுகிறது என்று நினைத்தனர். இந்தத் தருணத்தில் தான் ஸ்பல்லன்ஜானி தன்னுடைய சோதனைகளைத் துவக்கினார். 17ஆம் நூற்றாண்டில் வழக்கத்தி லிருந்த ஒரு முக்கிய கருத்து என்னவெனில் கருவுறுதல் நடைபெறுவதற்கான வீரிய முகவர் (active agent) aura seminalis என்ற பெயரால் அழைக்கப்பட்ட காணமுடியாத ஒரு சக்தி யாகும்; இது விந்துத் திரவத்தில் காணக்கூடிய வடிவத்தில் இருப்பதில்லை. ஸ்பல்லன்ஜானி தவளைகளைச் சோதனை உயிரிகளாக எடுத்துக் கொண்டு தகுந்த கட்டுப்பாட்டுச் (controlled) சோதனைகளின் அடிப்படையில் இந்த கருத்து தவறானது என்று நிரூபித்தார். விந்துத் திரவத் தோடு நேரடித் தொடர்பு கொண்ட தவளை முட்டைகள் மட்டும் கருவுற்றன; அவற்றி லிருந்து புதிய தவளைகள் வளர்ச்சியடைந்தன. விந்துத் திரவத்தோடு நேரடித் தொடர்பு கொள்ளாத ஆனால் அதன் நாற்றத்தை மட்டும் பெற்ற முட்டைகள் கருவுறவில்லை; அவற்றி லிருந்து புதிய தவளைகள் தோன்றவில்லை. முட்டைகளின் மேல் விந்துத் திரவம் செயற்கை யாகப் பூசப்பட்டதால், அவை கருவுற்றன. விந்துத் திரவத்தை சூடாக்கினாலோ வடிதாள் மூலம் வடிகட்டினாலோ அல்லது ஆவியாக்கி னாலோ, அது முட்டைகளைக் கருவுறச் செய்ய முடிவதில்லை என்றும், விந்துத் திரவத்தை மேலும் நீர்க்கச் செய்தாலோ, வெற்றிட நிலையில் (vacuum) வைத்தாலோ, குளிர்ச்சி நிலைக்கு உட்படுத்தினாலோ அது முட்டை களைக் கருவுறச் செய்கிறது என்றும் அவர் மேலும் கண்டுபிடித்தார். எனவே, விந்து திரவத்தில் உள்ள விந்துக்கள் தான் கருவுறுத லுக்கு முக்கியம் எனவும், விந்துக்களின் தன்மை நீர்க்கச் செய்வதாலோ, குளிர வைப்பதாலோ பாதிக்கப்படுவதில்லை என்றும் இவருடைய சோதனைகள் மூலம் தெரிய வந்தது. 1779ஆம் ஆண்டு அவர் ஒரு பெண் நாயை செயற்கைக் கருவுறுதல் மூலம் கருவுறச் செய்தார் என்ற அடிப்படையில் ஸ்பல்லன்ஜானி தான் முதன்முதலில் செயற்கைக் கருவுறுதல் (artificial insemination) பற்றிய கருத்துருவை உருவாக்கி னார் என்று பலராலும் நம்பப்பட்டாலும், பலநூற்றாண்டுகளாக அராபியாவில் குதிரை களுக்குச் செயற்கைக் கருவுறுதல் முறையைப் பின்பற்றியதற்கான ஆதாரங்கள் உள்ளன. 1781ஆம் ஆண்டு சார்லஸ் போனே (Charles Bonnet) (1720-1793) என்ற ஸ்விட்சர்லாந்து நாட்டு அறிஞர் ஸ்பல்லன்ஜானிக்கு ஒரு கடிதம் எழுதினார். அதில் ஸ்பல்லன்ஜானி நாய்க்கு செய்த செயற்கைக் கருவுறுதல் முறை பிற்காலத்தில் மனிதர்களுக்கும் நீட்டிக்கப்பட லாம் என்று ஊகித்திருந்தார். அவருடைய

வருமுன் உரைத்த சொற்கள் தற்பொழுது உண்மையாகிவிட்டன.

6) நோயியல் மற்றும் மருத்துவம் பற்றிய ஆரம்ப கால வரலாறு

மனித பண்பாட்டுப் பரிணாமத்தின் தொடக்கத்தில், நோய்களைப் போக்க மாயா ஜால முறைகளைப் பின்பற்றினர். பாபிலோனியர்களிடம் பகுத்தறிவு அடிப்படையில் அமைந்த மருத்துவப் பள்ளிகள் இல்லை. அவர்களின் கருத்துப்படி எல்லா நோய்களுமே மாயாஜால சக்திகளின் செயல்களால் தோன்றின. நோய்களைப் போக்க பேயோட்டல் (exorcism) மற்றும் சூனிய முறைகள் மட்டுமே நம்பப்பட்டன; வழக்கத்திலிருந்தன. மற்ற அறிவியல்கள் போன்று அனுபவ அறிவு மருத்துவமும், மருத்துவ அறிவியலும் பண்டைய கிரேக்க நாட்டில் தான் ஆரம்பிக்கப்பட்டன என்ற பரவலான கருத்து உள்ளது. ஆல்க்மீயான் (ஏறத்தாழ 530 BCE) என்ற பித்தக்கோரஸின் மாணவர்தான் மருத்துவத்தில் முதன்முதலாக ஈடுபாடு கொண்டவர்களில் ஒருவர். ஹிப்போகிரேட்டஸ் (460-370 BCE) அந்தக் காலக்கட்டத்தில் வாழ்ந்த மிகச் சிறந்த மருத்துவர் ஆவார். அவருடைய பெயரால் எடுக்கப்படும் ஹிப்போகிரேட்டஸ் உறுதி மொழி (Oath) இன்றும் மருத்துவத் துறைக்குத் தகுதி பெற்றபின் ஒவ்வொரு மருத்துவரும் மருத்துவத் தொழிலை ஏற்குமுன் எடுக்கப்படும் உறுதிமொழியாக அமைகிறது. அவரே ஆங்கில மருத்துவ முறையின் (Allopathic medicine) தந்தை என்றும் அழைக்கப்படுகிறார்.

கிரேக்க நாட்டைச் சேர்ந்த டீயாஸ்கோருடீஸ் (Dioscorides) தான் மருந்துப் பொருள் பற்றிய நூலை (Pharmacopoeia) முதன்முதலில் எழுதியவர் என்று கருதப்படுகிறார். இந்த நூலில் பயனுள்ள மருத்துவத் தாவரங்களின் பட்டியல், அவற்றிலிருந்து பெறப்படும் மருந்துகள், மருந்துகள் தயாரிக்கப்படும் முறைகள் போன்றவை கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. இவருடைய இந்த **De Materia Medica** என்ற நூல் வரலாற்றின் இடைக்காலம் வரை நீடித்திருந்தது. ஹிப்போகிரேட்டஸுக்குப் பிறகு மிகவும் பிரபலமாகத் திகழ்ந்த மருத்துவர் கேலன் ஆவர். மார்கஸ் அரிலியஸ் (Marcus Aurelius) என்ற உரோமானிய மன்னர் காலத்தில் உரோம் நகரில் கேலன் தன்னுடைய மருத்துவத் தொழிலை ஆரம்பித்தார். அரிஸ்டாட்டிலின் கருத்துக்களில் மிகுந்த ஈடுபாடு கொண்ட கேலன் எல்லா மனித நோய்களும் உடலின் நான்கு நீர்ப் பொருட்களுக்கிடையே காணப்படும் சமமின்மை காரணமாகவே ஏற்படுகின்றன என்று வலியுறுத்தினார். இந்த நான்கு நீர்ப்பொருட்களும் முறையே இரத்தம், கபம் (சளி) (Phlegm), பித்தநீர் (choler) மற்றும் கரும்பித்த நீர் (melancholy or black choler) ஆகும். ஒவ்வொரு மனிதனின் தன்மையும் அவன் உடலில் இந்த நான்கு நீர்ப் பொருட்களில் எது அதிகமாகக் காணப்படுகிறதோ அதைப் பொருத்து அமையும். எடுத்துக்காட்டாக, ஒரு சோகமான மனிதனிடம் அதிக அளவில் கரும்பித்த நீர் காணப்படும். எந்த ஒரு மனித நோயையும் போக்க, அவனுடைய உடலில் எந்த நீர்ப் பொருள் குறைவாகக் காணப்படுகிறதோ அதனை அதிகப்படுத்தி இந்த நீர்ப் பொருட்களுக்கிடையே சமநிலையை மீண்டும் கொண்டுவரவேண்டும். இதற்கான வழிமுறைகள் பின்வருமாறு: குருதி வடித்தல் (blood letting), மலக்கழிப்பு (Purging), வேர்த்தல் (Sweating) மற்றும் வாந்தி எடுத்தல். பாபிலோனியர்கள், கிரேக்கர்கள் மற்றும் உரோமானியர்களை விட எகிப்தியர்கள் மருத்துவத்தில் மிகவும் முன்னிலைப் பெற்றிருந்தனர். பல முக்கிய கோரைத்தாள் (papyrus) மருத்துவ ஏடுகளும் (manuscripts) மருத்துவப் படைப்புகளும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டு அவற்றின் மறைகுறியீட்டுத் தகவல்கள் அறிந்து கொள்ளப்பட்டுள்ளன (deciphered). 1660 BCE யைச் சார்ந்த Eberes pappyrus என்ற கோரைத்தாள்களிலிருந்தும், எட்வின் ஸ்மித் (Edwin Smith) என்பவர் கண்டுபிடித்த 2000 BCE யைச் சேர்ந்த மருத்துவ ஏடுகளிலிருந்தும் மிக முக்கியமானத் தகவல்கள் பெறப்பட்டுள்ளன. எகிப்தின் முதல்

சிறந்த மருத்துவரான இம்ஹோடெப் (Imhotep) என்பவரும் அவரைத் தொடர்ந்த மருத்துவர் களும் மிகவும் நல்ல, மடமை சாராத (rational), மருந்துகளைப் பயன்படுத்தியுள்ளனர். எகிப்திய மருந்துகள் மிகவும் தரமானவை, சிறப்பு வாய்ந்தவை. எகிப்தியர்களுக்கு அறுவைச் சிகிச்சையும் நன்றாகத் தெரிந் திருந்தது. மனிதனான இம்ஹோடெப், மருத்து வத்தின் கடவுளாகவே எகிப்தில் ஆக்கப் பட்டிருப்பது இங்கு குறிப்பிடத்தக்கது.

வரலாற்றின் இடைக்காலம் வரை அராபிய மற்றும் இந்தியப் பகுதிகளில் மட்டும் மருத்துவத்துறை மேலும் மேம்பட்டது (பார்க்க பக்கம் 155) 16ஆம் நூற்றாண்டில் தான் ஐரோப்பிய நாடுகளில் மருத்துவத்துறை முன்னேற்றம் பெற ஆரம்பித்தது. ஐரோப்பா வின் பல்வேறுப் பகுதிகளில் இரண்டு வகையான அறுவைச் சிகிச்சை மருத்துவர்கள் இருந்தனர். முதல் வகையானவர்கள் மருத்துவக் கல்வி கற்று நல்ல மருத்துவர்களாகவோ, அறுவைச் சிகிச்சை நிபுணர்களாகவோ திகழ்ந்தனர். இவர்கள் பொதுவாக மன்னர்கள், உயர்குடி மக்கள், பெரிய பாதிரியார்கள் மற்றும் பணக்காரர் களுக்கு மட்டும் மருத்துவச் சேவை செய்தனர்; இவர்களில் பலர் மருத்துவப் படிப்பினை மாணவர்களுக்குக் கற்பிக்கும் பணியிலும் ஈடுபட்டிருந்தனர். இரண்டாவது வகை மருத்துவர்கள் நாவித அறுவைச் சிகிச்சை யாளர்கள் (barber surgeons) எனப்பட்டனர். இவர்கள் சமுதாயத்தின் ஏழை எளிய மக்களுக்கு மருத்துவ சேவை செய்தனர். இவர்கள் முறையான மருத்துவக் கல்வி பெற்றவர்கள் அல்லர். தம்முடைய முக்கியத் தொழிலான முடிதிருத்தும் வேலையைத் தவிர இவர்கள் ஒருசில சிறிய அறுவைச் சிகிச்சைகளையும் மேற்கொண்டனர். இவற்றில் முக்கியமானவை பின்வருமாறு : குருதி வடித்தல்[1], கொப்புளங் களைச் சிறுகத்தியினால் உடைத்தல் (lancing), பற்களைப் பிடுங்குதல், கட்டிகளை அறுத்தல், கால் கைகளை வெட்டி நீக்குதல் (amputations) போன்றவை. மருத்துவ அறிவு அதிகம் இல்லாததாலும், மடமையாலும், செயல்திறன் இல்லாமையாலும், தகுதியின்மையாலும் இந்த நாவித அறுவைச் சிகிச்சையாளர்களை மற்ற மருத்துவர்களும் பொதுமக்களும் இழிவாக எண்ணினர். எனினும், பல நாவித மருத்துவர் கள் மருத்துவ அறிவியல் வளர குறிப்பிடத்தக்க ஆய்வுகளைச் செய்துள்ளனர். இவர்களில் ஒருவர் அம்பிராய்ஸ் பரே (Ambroise Pare) (1510-1590) ஆவார். பிரான்ஸ் நாட்டைச் சேர்ந்த இவர் ஒரு நாவித மருத்துவரின் மகனாவார். 20க்கும் மேற்பட்ட நூல்களைப் படைத்துள்ள இவர் அறுவைச் சிகிச்சையில் குறிப்பிடத்தக்க முன்னேற்றங்கள் ஏற்பட காரணமாக இருந் திருக்கிறார். பிரான்ஸ் நாட்டு போர்ப் படையில் சேர்ந்த இவர் போரில் காயம்பட்ட பலருக்கு அறுவைச் சிகிச்சைகள் செய்துள்ளார். இரத்தம் வடியும் நாளங்களில் இரத்தம் வடியாமல் தடுக்க, அதுநாள் வரை பயன்படுத்தப்பட்டு வந்த சூடு போடுதலைத் (Cauterzing) தவிர்த்து, இரத்தக் குழாய்களை நூலால் அல்லது சிறு துணியால் கட்டிப்போடும் முறையை (ligature) முதன்முதலில் வழக்கத்திற்குக் கொண்டு வந்தார்.

7) மருத்துவ வேதியியல்

ஸ்விட்சர்லாந்து நாட்டைச் சேர்ந்த பாராசெல்சஸ் (Paracelsus) *(பிறந்தது 1493)* என்பவர் டைரால் (Tyrol) என்ற இடத்தில் இருந்த ஃபுக்கர் (Fugger) சுரங்கத்தில் மருத்துவராகப் பணிபுரிந்தார். இந்தச் சுரங்கத்தின் சொந்தக் காரரான ஃபுக்கரின் வற்புறுத்தலால் பாரா செல்சஸ் இரசவாதத்தில் ஆர்வம் கொண்டார். மனித உடலில் உள்ள நான்கு நீர்ப்பொருள் களின் சமன்பாடின்மையால் தான் நோய்கள்

1. கெட்ட/நோயடைந்த இரத்தத்தை இரத்தக் குழாயைக் கீறிவிடுவதாலும், அட்டைகள் (leeches) மூலம் உறிஞ்ச விடுவதாலும் நீக்குதல்

ஏற்படுகின்றன என்ற கேலனின் கருத்தை இவர் எள்ளி நகையாடினார். இக்கருத்துக்கு எதிராக, மனித நோய்கள் உடலுக்கு வெளியே உள்ள காரணிகளால் தான் ஏற்படுகின்றன என்ற கருத்தை இவர் முன்வைத்தார். எடுத்துக் காட்டாக, நிலக்கரி சுரங்கத் தொழிலாளர் களுக்கு ஏற்படும் நுரையீரல் நோய் வெளியி லுள்ள ஏதோ ஒரு ''பொருளை'' அவர்கள் சுவாசிப்பதாலோ அல்லது அவர்களுடைய தோல் தொடர்பு கொள்வதாலோதான் ஏற்படுகிறது என்று இவர் வாதிட்டார். சுரங்கத் தொழிலாளருக்கு ஏற்படும் நோய்கள் பற்றிய முதல் நூலை இவர் வெளியிட்டார். அவருடைய ஆய்வுகளின் அடிப்படையில் அனங்ககப் பொருட்களான ஈயம், கந்தகம், இரும்பு, தாமிர சல்ஃபேட், ஆர்செனிக், பொட்டாசிய சல்ஃபேட் போன்றவற்றின் பல்வேறு கலவை கள் மருந்துப் பொருட்களாக அறிமுகப்படுத்தப் பட்டன. இவ்வாறு தான் மருத்துவ வேதியியல் (Iatrochemistry) அல்லது மருத்துவ சேவையில் வேதியியல் தோன்றியது. நோய்களைத் தீர்க்க தாவரவழி (herbal source) அங்கக மருந்துகளி லிருந்து வேறுபட்ட அனங்கக (inorganic) மருந்துகள் முதன்முறையாக வழக்கத்திற்கு வந்தன. இவரைத் தொடர்ந்து வந்த அக்ரிகோலா (Agricola), ஹெல்மாண்ட் (Helmont) (1579-1644) மற்றும் சில்வியஸ் (Sylvius) (1614-1672) போன்றவர்களும் அனங்கக வேதியப் பொருட் களை மனித நோய்களைப் போக்க பயன்படுத்தி னர். பின்பு ஃபிரான்காய்ஸ் மெஜெண்டி *(1783-1855)* அயோடின் (Iodine), புரோமின் (Bromine) போன்ற அனங்ககப் பொருட்களை யும், ஸ்ட்ரிக்னைன் (Strychnine), மார்ஃபைன் (Morphine), கோடைன் (Codeine) மற்றும் குவினைன்(Quinine) போன்ற அங்ககப் பொருட் களையும் மருந்துப் பொருட்களாக முதன் முதலில் அறிமுகப்படுத்தினார்.

8) நோய்த் தடுப்பு

எட்வர்டு ஜென்னர் (Edward Jenner) (1749-1823) (படம் VI.4) அம்மை நோய்களைப் பற்றி

படம் VI.4. எட்வார்ட் ஜென்னர்

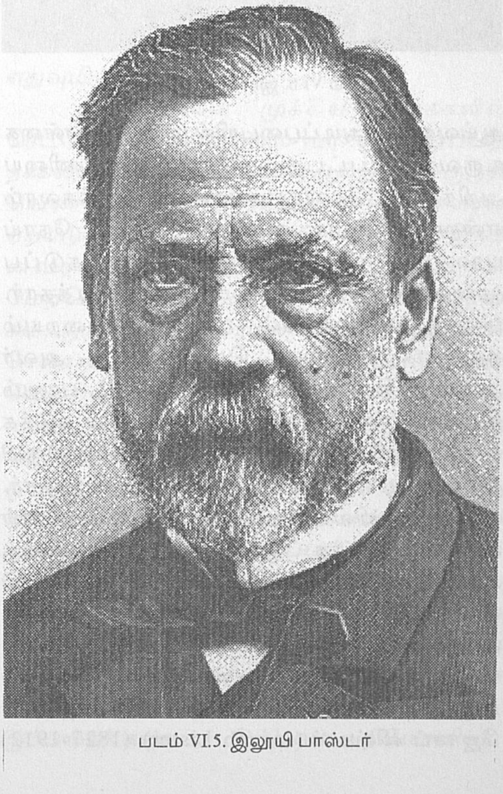
இருபது ஆண்டுகளுக்கும் மேலாக ஆய்வுகள் செய்து வந்தார். பசுவம்மை (Cow pox), பெரியம்மை (Small pox) போன்ற நோய்களால் தாக்கப்பட்டவர் பற்றிய விவரங்களையும், குறிப்புகளையும் அவர் மிகவும் கவனமாக சேர்த்து வந்தார். ஒருநாள், பசு வளர்க்கும் கிராமத்துப் பெண் ஒருவர் கூறிய கூற்று அவரை மிகவும் ஈர்த்தது. அந்தப் பெண் தனக்கு ஏற்கனவே பசுவம்மை நோய் தாக்கியிருப்பதால் தனக்கு பெரியம்மை நோய் வருவது பற்றி கவலைப்படவில்லை என்று கூறினாள். பசுவம்மை பெரியம்மையை விட வீரியம் குறைந்தது என்றாலும் அப்பெண்ணின் இக்கூற்று ஒருசில சோதனைகளைத் துணிவுடன் மேற்கொள்ள அவருக்கு உதவியது. *1796*ஆம் ஆண்டு மே மாதம் பசுவம்மைப் பாலை (cowpox pus) பசுவம்மை தாக்கப்பட்ட ஒரு பெண்ணின் உடலில் இருந்து எடுத்து அதனை ஊசி மூலம் *8* வயது ஜேம்ஸ் பிப்ஸ் (James Phipps) என்ற சிறுவனின் உடலில் செலுத்தினார் (vaccinated). ஜென்னர் எதிர்பார்த்த மாதிரியே அந்தச் சிறுவனுக்குச் சற்று வீரியம் குறைந்த பசுவம்மை நோய் ஏற்பட்டது; எனினும் அந்த நோயிலிருந்து அவன் எளிதில் குணமாகி

விட்டான். இரண்டு மாதங்கள் கழித்து அதே சிறுவனின் உடலில் அவர் பெரியம்மைப் பாலினை உயிரைப் பறிக்கக்கூடிய அளவுக்கு (lethal dose) செலுத்தினார். இது மிகவும் அபாய கரமான மற்றும் சர்ச்சைக்குரிய சோதனை யாகும். எனினும் அந்தச் சிறுவன் பெரியம்மை நோய் தாக்காமல் ஆரோக்கியமாக இருந்தான். இதே சோதனையை அதே சிறுவனிடம் ஒருசில மாதங்கள் கழித்து மீண்டும் ஜென்னர் செய்தார். அப்பொழுதும் அச்சிறுவன் பெரியம்மை நோய் தாக்காமல் ஆரோக்கியமாக இருந்தான். இந்தச் சோதனைகளின் அடிப்படையில் பசுவம்மை நோய்க் கிருமியும், பெரியம்மை நோய்க் கிருமியும் வீரியத்தில் வேறுபட்டிருந்தாலும் மற்ற பண்புகளில் ஒத்தவை என்றும், மனித உடல் இரண்டு கிருமிகளின் தாக்குதலுக்கும் ஒரேவிதமான எதிர்ப்பு சக்தியை ஒரேசமயத்தில் பெறுகிறது என்றும் நிருபித்தார். பசுவம்மை நோய்க்கான இலத்தீன் சொல்லான வாக்சீனியா (Vaccinia) என்பதின் அடிப்படையில் Vaccination (நோய்த் தடுப்பு) என்ற சொல்லைப் பயன் படுத்தினார். (இலத்தீன் மொழியில் Vacca என்றால் பசு என்று பொருள்). தன்னுடைய ஆய்வுகளை ஜென்னர் பிரசுரித்தபோது, மக்களில் பலர் அவரை நம்பவில்லை. அவருடைய சிகிச்சையையும் ஓரளவுக்கு எதிர்த்தனர். எனினும் 1800ஆம் ஆண்டுவாக்கில் அவருடைய மருத்துவத்தை முழுவதும் ஏற்றுக்கொண்டு விட்டனர். உலகம் முழுவதும் ஜென்னரின் நோய்த்தடுப்பு முறை பிரபல மாகியது. ஜென்னரின் நோய்த் தடுப்பு ஆய்வுகள் பின்னால் பாஸ்டர், கோக் (Koch) போன்றவர் களால் தொடரப்பட்டன.

*1848*ஆம் ஆண்டு டைஃபாய்டு (typhoid) தொற்று நோய்க்கான காரணத்தை ஆய்வு செய்யத் தொடங்கிய போலந்து நாட்டு அறிஞர் இருடால்ஃப் கார்ல் விர்சோவ் (Rudolf Carl Virchow) மூன்று ஆண்டுகள் கழித்து குருதி வெண்மை நோய் (Leukemia) பற்றிய விவரங் களை அளித்தார். தன்னுடைய ஆய்வுகளின் முடிவுகளை **Cellular Pathology** என்ற நூலில் *1858*ஆம் ஆண்டு விளக்கியுள்ளார். இவருடைய முக்கிய கண்டுபிடிப்பு என்னவெனில், மனித உடல் நோய்த் தாக்கப்பட்டவுடன் சாதாரண செல்கள் நோயுறும் செல்களாக (diseased cells) மாறுகின்றன என்பதுதான். நோயியலில் இது ஒரு மிக முக்கியமான கருத்துருவாகும்.

9) நோய்கள் பற்றிய கிருமிக் கொள்கை

இலூயி பாஸ்டர் *(1822-1895)* (படம் VI.5) என்ற பிரான்ஸ் நாட்டு அறிஞர் தான் நோய்கள் பற்றிய கிருமிக் கொள்கையை (Germ theory of disease) உருவாக்கியவர். மனிதன் மற்றும் பிராணிகளுக்கு ஏற்படும் ஏறத்தாழ அனைத்து தொற்றுநோய்களும் நுண்ணுயிர்க் கிருமிகளால் தான் ஏற்படுகின்றன என்று இக்கொள்கை வலியுறுத்துகிறது. முதன்முதலில் பட்டுப் பூச்சிப் புழுவில் ஏற்படும் நோய் பற்றிய



படம் VI.5. இலூயி பாஸ்டர்

படம் VI.6. இராபெர்ட் கோக்

ஆய்வுகளின் அடிப்படையில் இந்தக் கொள்கை உருவாக்கப்பட்டது. நோயின் காரணியை அறிந்தால், நோய் பரவுதலைத் தடுக்கலாம் என்று பாஸ்டர் வலியுறுத்தினார். நோய் பரவாமல் தடுக்க அவர் கிருமித் தடுப்பு முறையைக் (sterilization) கண்டுபிடித்தார். மருத்துவமனைகளில் எல்லாவற்றையும் சுத்தமாக வைத்துக் கொள்ளுமாறு அவர் அறிவுறுத்தினார். பால் பொருட்களும், பாலும் கிருமிகளின் இருப்பினால் கெடாமல் தடுக்க பாஸ்டரைசேஷன் (Pasteurisation) என்ற கிருமி தடுப்பு முறையை அவர் கண்டுபிடித்தார். (இம்முறையில் பால் மற்றும் பால் பொருட்கள் மிகக் குறைந்த குளிர் வெப்பநிலைக்கு உட்படுத்தப்படுகின்றன). நாய்க்கடி நோய் (=நீர்வெறிநோய்) (rabies) மற்றும் கால்நடைகளில் வரும் ஆந்த்ராக்ஸ் (anthrax) நோய் போன்றவை தாக்காமல் இருக்க தடுப்பு மருந்துகளை (vaccines) அவர் கண்டுபிடித்தார். ஜோசப் லிஸ்டர் (Joseph Lister) (1827-1912) என்பவர் தான் நோய்க் கிருமிகளை அழிக்கும் / தடுக்கும் வேதிய நோய்த்தடைப் பொருளான (antiseptic) கார்பாலிக் அமிலத்தை (=ஃபீனால், Phenol) முதன்முதலில் அறிமுகப்படுத்தினார். இதன் மூலம் சுத்தமாக்கப்பட்ட அறுவைச் சிகிச்சை உபகரணங்கள் மருத்துவமனைகளில் பயன்படுத்த இவர் முக்கியக் காரணமாக இருந்தார். ஹால்ஸ்டீல் (Halsteel) (1852-1922) என்பவர்தான் அறுவைச் சிகிச்சையின் போது நோய்க் கிருமி நீக்கப்பட்ட (sterilized) கையுறைகளை (gloves) முதன்முதலில் பயன்படுத்தினார்.

இராபெர்ட் கோக் *(1843-1910)* (படம் VI.6) என்ற ஜெர்மன் நாட்டு மருத்துவர் நோய்களின் காரணங்களைக் கண்டுபிடித்ததில் பெரும்பங்கு வகித்தவர். நோயின் காரணத்தைக் கண்டுபிடிப்பது நோயின் அறிகுறிகளை நீக்க சிகிச்சை செய்வதைவிட மிகமிக முக்கியமானது என்று அவர் வலியுறுத்தினார். ஆந்த்ராக்ஸ் நோயிற்கு காரணம் கோல்வடிவ பசில்லஸ் (Bacillus) பாக்டீரியங்கள் தான் என்று நோய்வாய்ப்பட்டு இறந்த கால்நடைகளின் இரத்தத்தைப் பரிசோதனை செய்தபின் வலியுறுத்தினார். இந்தப் பாக்டீரியத்தின் வாழ்க்கைச் சுழலை முழுவதும் கண்டறிந்த கோக், இது மண்ணில் ஸ்போர் வடிவத்தில் பலகாலம் உயிர் வாழக் கூடியது என்று எடுத்துக் காட்டினார். நோய் நிகழ்வு பற்றிய கோக் அடிக்கோள்கள் (Koch's postulates) இவருடைய பெருமைக்கு முக்கியக் காரணமாக அமைந்தன. மேலும் நுண்ணுயிர்களை (குறிப்பாக பாக்டீரியங்களை) செயற்கை ஊட்ட ஊடகம் (Nutrient medium) மூலம் வளர்க்க கலப்பற்ற தூய செயற்கை வளர்ப்பு முறையை (pure culture) இவர் உருவாக்கினார். இந்த ஊட்ட ஊடகத்தின் தளப்பொருளாக அகார் அகார் (agar agar) என்ற கடல்வாழ் ஆல்காக்களிலிருந்து பெறப்பட்ட கார்போஹைட்ரேட்டை பயன்படுத்தினார். வளர்ப்பு வட்டிலாக பெட்ரி தட்டு (Petridish) [அவருடைய மாணவரான ஜூலியஸ் ரிச்சர்டு பெட்ரி (Julius Richard Petri) என்பவர் கண்டுபிடித்த தட்டு இது] பயன்படுத்தப் பட்டது.

இலூயி பாஸ்டர், இராபர்ட் கோக் போன்றவர்களின் கண்டுபிடிப்புகளைத் தொடர்ந்து, குறிப்பிட்ட நோய்களுடன் தொடர்புடைய பல பாக்டீரியங்கள் கண்டறியப்பட்டு, அவற்றின் பரவல் முறைகள், பரவல் வேகம் போன்றவை 19ஆம் நூற்றாண்டின் முடிவுக்குள் நிர்ணயிக்கப்பட்டன. எனினும் பல மனித, பிராணி மற்றும் தாவரநோய்களுக்கான காரணிகள் கண்டுபிடிக்கப்பட முடியாமல் இருந்ததால் அந்நோய்களைக் கட்டுப்படுத்தவும் முடியவில்லை. அம்மைகள், நாய்க்கடிநோய் போன்ற பிராணி நோய்களும், புகையிலைத் தேமல் நோயும் (Tobacco mosaic disease) இவற்றில் அடங்கும். மார்டினஸ் பையரின்க் (Martinus Beijerinck) (1891-1951) என்ற ஹாலந்து நாட்டுத் தாவரவியல் அறிஞர் புகையிலைத் தேமல் நோயைத் தேர்ந்தெடுத்து ஆய்வு செய்தார். இந்த நோயை உண்டாக்கும் கிருமிகள் பாக்டீரியங்கள் கூட நுழைய முடியாத மிக மிக நுண்ணிய துவாரங்கள் கொண்ட வடிகட்டிகள் (filters) மூலமும் நுழைந்து செல்லக் கூடியவை என்று எடுத்துக்காட்டினார். எனவே இந்த ''உயிரி''கள் பாக்டீரியங்களை விட மிகச்சிறியவை என்றும், பாக்டீரியங்கள் அல்ல என்றும், பாக்டீரியம் - அற்ற வடிசாறு (filtered juice) ஆரோக்கியமான தாவரங்களில் நோயை உண்டாக்க வல்லது என்றும் அவர் மேலும் எடுத்துக்காட்டினார். இந்த ''உயிரிக்கு'' அவர் ''வைரஸ்'' (இலத்தீன் மொழியில் நஞ்சு என்று பொருள் கொள்ளக் கூடிய சொல்) என்று பெயரிட்டார். பின்பு அதுவரை நோய்க் காரணிகள் கண்டுபிடிக்கப் படாத பல மனித, பிராணி மற்றும் தாவர நோய்களுக்கு வைரஸ்கள் தான் காரணம் என்று தெரிய வந்தது. இந்த நோய்களில் மிக முக்கியமானவை; மஞ்சள் காய்ச்சல் (Yellow fever), இளம்பிள்ளை வாதம் (Polio), பொன்னுக்கு வீங்கி (mumps), சிற்றம்மை (Chicken pox), பெரியம்மை, குளிர்கப நோய் (influenza) மற்றும் சாதாரண ஜலதோஷம். ஸ்டான்லி (Stanley) (1904-1971) என்ற அமெரிக்க உயிர்வேதியியல் வல்லுநர் புகையிலை தேமல் வைரஸை படிகமாக்கி, அது புரதத்தால் ஆனது என நிரூபித்தார்; மேலும் இந்த படிகங்களே ஆரோக்கியமான தாவரங்களில் நோயை உண்டாக்கவல்லன என்றும் அவர் நிரூபித்தார். ஸ்டான்லியின் படைப்பு வைரஸ்களை உயிரிகளுக்கும் உயிரற்ற பொருட்களுக்கும் இடைப்பட்ட நிலையில் வைத்தன; இதனால் உயிர் என்றால் என்ன? அதன் பண்புகள் என்ன என்ற வினாக்கள் மீண்டும் எழத் தொடங்கின. 1940ஆம் ஆண்டுகளில் வைரஸ்கள் புரதங்கள் மற்றும் உட்கரு அமிலங்கள் ஆகிய இரண்டாலும் ஆனவை என்று தெரிய வந்தது. வைரஸ்களில் RNA வைரஸ்கள், DNA வைரஸ்கள் என்று இரண்டு வகைகள் இருப்பதும் தெரியவந்தது. வைரஸ்களும் அவை மனிதர்களிடம் உண்டாக்கும் நோய்களும் மனித வரலாற்றில் மிக முக்கியப் பங்கினைப் பெற்றுள்ளன. பெரியம்மை போன்ற வைரஸ் நோய்கள் 2000 வருடங்களுக்கு முன்பிருந்தே இருந்து வந்திருக்கின்றன. 1977ஆம் ஆண்டுக்குப் பின்பு உலகில் பெரியம்மை நோய் தாக்கியதாக விவரங்கள் எதுவுமில்லை.

வைரஸ்களின் முக்கிய வகைகளில் ரெட்ரோவைரஸ்கள் (Retro-viruses) குறிப்பிடத்தக்கவை. முதன்முதலாக 1908ஆம் ஆண்டு குருதி வெண்மை நோய் ரெட்ரோ வைரஸ்களால் ஏற்படுகின்றன என்று கண்டுபிடித்தபின் இந்த வைரஸ்கள் பற்றி அதிக ஆய்வுகள் மேற்கொள்ளப்பட்டன. இவை RNA வைரஸ்கள். ஒரு சில ரெட்ரோ வைரஸ்கள் ஓம்புயிரி செல்களை (host cells) உடனே அழிப்பதில்லை. வேறுசில புற்றுக்கட்டிகளை (cancerous tumors) உண்டாக்குகின்றன. மூன்றாவது வகைக்கு எடுத்துக்காட்டு HIV வைரஸ்களாகும். இவை ஓம்புயிரி செல்களை அழிக்கின்றன. 1980-81ஆம் ஆண்டுகளில், USA யின் அட்லாண்டா நகரில் அமைந்துள்ள நோய் கட்டுப்பாட்டு மையத்தில் [Centre for Disease controls (CDC)] பணிபுரியும் சாண்ட்ராஃபோர்டு (Sandra Ford) என்ற தொழில்நுட்ப பணியாளர் திடீரென மிக அதிக அளவு எண்ணிக்கையில் அரிதான வகை நிமோனியா (Pneumonia) காய்ச்சலால் பலர் பாதிக்கப்பட்டிருப்பதைக் கண்டார். இந்த வகை நிமோனியா,

புற்றுநோய் தாக்கப்பட்டு வேதியச் சிகிச்சை (chemotherapy) பெறும் நோயாளிகள் போன்ற நோய்த் தடுப்பாற்றல் மிகவும் குறைந்த (highly reduced immunity) நோயாளிகளிடையே தான் காணப்படும். ஆனால் நிமோனியா தாக்கிய அனைவரும் அத்தகைய நோயாளிகள் அல்ல என்று உணர்ந்த CDC தீவிர கண்காணிப் பில் ஈடுபட்டது. 500க்கும் குறையாத இத்தகைய நோயாளிகள் இதுவரை அறியப்படாத ஒரு நோயினால் தாக்கப்பட்டிருப்பது இந்த கண் காணிப்பின் மூலம் தெரிய வந்தது. இவர்கள் அனைவரின் உடலிலும் நோய்த் தடுப்பு அமைப்பு (immune system) முற்றிலுமாக அழிந்து போனது. இவர்களில் 80 விழுக்காடு மக்கள் தற்பால் தொடர்பு (homosexual contacts) கொண்ட வர்களாக இருந்ததால் இந்த நோய் முதன் முதலில் ''தற்பால் தொடர்பான நோய் தடுப் பாற்றல் இன்மை'' (Gay-related immune disorder) என்று அழைக்கப்பட்டாலும் பின்பு AIDS (Acquired Immune Deficiency Syndrome) என்று மாற்றப்பட்டது. 1982 வரை, USA வில் மட்டும் 800க்கும் மேற்பட்டவர்கள் AIDS நோயால் தாக்கப்பட்டிருந்ததாக அறிவிப்பு செய்யப் பட்டது. 1985ஆம் ஆண்டு ஆகஸ்ட் மாதம் மிகப் பிரபலமான பாடகரும் சினிமா நடிகருமான இராக் ஹட்சன் (Rock Hudson) என்பவர் AIDS நோயால் தாக்கப்பட்டிருப்பது தெரிய வந்தது. அதற்குப் பின் விரைவில் அவர் இறந்து போன தால், AIDS நோய் பற்றிய விழிப்புணர்வும் அதன் விளைவுகளும் மிகவும் பிரபலமாயின. AIDS நோய் தாக்கப்பட்டவர்களின் எண்ணிக்கை யும் கணிசமாக உயர்ந்து கொண்டே வந்தது. முதலில் USA வில் கண்டறியப்பட்ட இந்த நோய் பின் ஆப்ரிக்கா, ஆசியா கண்டங்களிலும் பரவியிருப்பது தெரிய வந்தது. 1992ஆம் ஆண்டி லேயே, வயதடைந்த ஆப்ரிக்க மக்களில் 22 விழுக்காடு மக்கள் AIDS நோயினால் தாக்கப் பட்டிருப்பது புலனாகியது. மேலும் AIDS நோய் உள்ளவர்களின் குழந்தைகளில் ஏறக்குறைய 33 விழுக்காடு குழந்தைகளுக்கும் AIDS நோய் இருப்பது அறியப்பட்டது. இதன் மூலம் AIDS ஒரு பரவக் கூடிய நோய் என்பது தெளிவாகியது.

1983ஆம் ஆண்டிலேயே AIDS நோயிற்கு HIV-1 என்ற வைரஸ்தான் காரணி என்று அறியப்பட்டது. உடலுறவு கொள்வதாலும், இரத்த பரிமாற்றம் செய்வதாலும், AIDS நோயாளிகளிடம் பயன்படுத்திய ஊசிகளைப் பயன்படுத்துவதாலும் HIV-1 வைரஸ் பரவுகிறது என்றும் இது தொற்றுநோய்ப் பரப்பும் உயிரி களால் (vectors) பரவுவதில்லை என்றும் கண்டறியப்பட்டது. AIDS வைரஸ் ஓம்புயிரி யின் நோய்த் தடுப்பு சாதனத்தை தாக்குகிறது. எனினும் இறப்பு உடனே ஏற்படுவதில்லை. நோயுற்று 7 முதல் 9 ஆண்டுகளுக்குப் பின் இறப்பு ஏற்படுகிறது. அதுவரை நோயாளி வைரஸ்களைத் தன்வசம் வைத்துள்ளார். நோயின் வளர்ச்சி வேகத்தைக் குறைக்கும் பல மருந்துகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளதால் நோயாளி 9 ஆண்டுகளுக்குப் பின்பும் உயிர் வாழும் சூழல் தற்பொழுது ஏற்பட்டுள்ளது. இந்த மருந்துகளில் முக்கியமானவை அசிடோதைமோலைன் (azidothymoline) என்ற AZT மற்றும் டைடியாக்ஸிஅயனோசைன் (dideoxyinosine) என்ற ddi: ஆனால் இவை இரண்டினாலும் பல பக்கவிளைவுகள் ஏற்படு கின்றன. HIV-1 வைரஸ் பற்றிய முக்கிய பிரச்சனை என்னவெனில், அது குளிர்கப நோய் வைரஸை விட (Influenza virus) 1000 மடங்கு வேகமாக தன்னுடைய வடிவத்தை மாற்றிக் கொள்ள வல்லது. AIDS நோயை சமாளிப்பதற்கு மிகச் சிறந்த வழி அந்த நோயைப் பற்றிய அனைத்து உண்மைகளையும் மக்களுக்கு அறிவுறுத்துவது தான்.

10) வளர்சிதை மாற்ற நோய்கள்

இங்கிலாந்து நாட்டைச் சேர்ந்த வில்லியம் பேலிஸ் (William Bayliss) (1860-1924) மற்றும் எர்னெஸ்ட் ஸ்டார்லிங் (Ernest Starling) (1866-1927) ஆகிய இருவரும் 1902ஆம் ஆண்டு மிக மென்மையான செரிமானச் சுரப்பியான கணையம் (Pancreas) பற்றிய ஆய்வில் ஈடுபட்டிருந்தனர். உணவு இரைப்பையில் இருந்து சிறுகுடலுக்கு அனுப்பப்பட்ட பின்பு,

கணையம் அதனுடைய சுரப்புத் திரவத்தை தன்னுடைய நரம்புகளை வெட்டிய பின்னும் சுரக்க ஆரம்பிக்கிறது. எனவே கணையத்தின் சுரப்பு சிறுகுடலுக்கு உணவு வருவதால்தான் தூண்டப்படுகிறது என்று இதனால் தெளிவாகிறது. கணையத்தின் சுரப்புத் திரவம் செக்ரீடின் (secretin) என்ற பொருளால் தூண்டப்படுகிறது என்றும் செக்ரீடின் சிறுகுடலின் சுவற்றிலிருந்து கணையத்திற்கு இரத்தக் குழாய்கள் மூலம் வந்து சேர்கிறது என்றும் இந்த இரண்டு ஆய்வாளர்களும் எடுத்துக்காட்டினர். செக்ரீடினும், சிறுநீரகங்களின் மேல் அமைந்துள்ள நாளமில்லா சுரப்பியான அட்ரினல் (adrenal) சுரப்பியில் சுரக்கப்படும் அட்ரினலைனும் (adrenaline) வேதிய ஏவல் தொகுதியின் (system of chemical messengers) பகுதிகளாகும். அட்ரினலைனை (இது இரத்தக் குழாயை சுருங்க வைத்து இரத்த அழுத்தத்தை அதிகரிக்கச் செய்கிறது) கண்டுபிடித்தவர் ஜப்பான் நாட்டு ஜோக்கிசி தகாமீன் (Jokichi Takmene) (1901). இந்த இரண்டு சுரப்புப் பொருட்களையும் பேலிஸும் ஸ்டார்லிங்கும் ஹார்மோன்கள் (Hormones) என்றழைத்தனர். செக்ரீடின் கண்டுபிடிப்பு, மிகவும் பயப்படுத்தக்கூடிய வளர்சிதை மாற்ற நோயான (metabolic disease) நீரிழிவு (Diabetes) நோயிற்கு சிகிச்சை அளிக்க மிகவும் உதவியாக இருந்தது. நீரிழிவு நோயின் ஆங்கிலப் பெயரான Diabetes பண்டைய கிரேக்கர்களால் சூட்டப்பட்ட பெயராகும். இந்த கிரேக்க சொல்லின் பொருள் அடிக்கடி சிறுநீர் கழித்தல் என்பதாகும். இந்நோயினால் பாதிக்கப்பட்டவர்கள் அடிக்கடி சிறுநீர் கழிப்பர். இரோமானியர்கள் 'Diabetes' என்ற சொல்லோடு 'mellitus' என்ற சொல்லையும் சேர்த்தனர். 'Mellitus' என்றால் தேன் என்று பொருள். இந்நோயினால் பாதிக்கப்பட்டவர்களின் சிறுநீர் தேன் போன்று இனிக்கும். இந்த சிறுநீர், பூச்சிகளை அதனிடம் ஈர்க்கவல்லது. நீரிழிவு நோயால் பாதிக்கப்பட்டவர்கள் பொதுவாக இளம் வயதிலேயே இறந்துவிடுவார்கள். சிறுநீரில் உள்ள இனிப்பிற்குக் காரணம் அதில் அதிக அளவுக்கு குளுகோஸ் சர்க்கரை இருப்பதுதான் என்று *1920*ஆம் ஆண்டு கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இதே நோயாளிகளின் இரத்தத்திலும் அதிக அளவு குளுகோஸ் காணப்பட்டது. கணையத்தால் சுரக்கப்படும் ஹார்மோன் பின்னால் இன்சுலின் (Insulin) என்று அழைக்கப்பட்டது. இந்த ஹார்மோன் இரத்தத்தில் உள்ள குளுகோஸ் அளவைக் கட்டுப்படுத்துகிறது என்றும், இது இல்லையென்றால் சிறுநீரில் குளுகோஸ் அளவு அதிகமாகிறது என்றும், இதுவே நீரிழிவு நோய் தோன்றக் காரணமாகிறது என்றும் அறியப்படுகிறது.

நாயினை பரிசோதனைப் பிராணியாக வைத்து F.G.பேண்டிங் (F.G.Banting) (1891-1941), C.H.பெஸ்ட் (C.H.Best) (1899-1961) மற்றும் மக்லியோடு (Macleod) என்ற ஆய்வாளர்கள் இன்சுலினைப் பிரித்தெடுத்தனர். ஜேம்ஸ் கோலிப் (James Collip) என்பவரின் உதவியோடு *1921*ஆம் ஆண்டு இந்த ஹார்மோனை தூய்மைப்படுத்தி, (purified) தூய்மையாக்கும் முறையையும் தரப்படுத்தினர். *1923*ஆம் ஆண்டுக்கான செயலியல் அல்லது மருத்துவத்திற்கான நோபல் பரிசு மக்லியோடுக்கும் பேண்டிங்குக்கும் வழங்கப்பட்டன. மற்ற இருவருக்கும் கொடுக்கப்படவில்லை. இதனால் கோபமும் வருத்தமும் அடைந்த இருவரும் தங்களுக்கு தனித்தனியாக கிடைத்த பரிசுத் தொகையான *40,000* டாலரை மற்ற இருவர்களுடன் சமமாகப் பங்கிட்டுக் கொண்டனர். இதனைத் தொடர்ந்து இன்சுலின் வியாபாரத்திற்காக உற்பத்தி செய்யப்பட்டது.

11) வேதிய சிகிச்சை

பால் ஏர்லிக் *(1854-1915)* என்ற ஜெர்மனி நாட்டு அறிஞர் மனித நலன் தொடர்பான அறிவியலுக்கு, குறிப்பாக வேதிய சிகிச்சைக்கு (chemotherapy), பெரிய தொண்டு ஆற்றியுள்ளார். இலீப்சிக் (Leipzing) பல்கலைக்கழகத்தின் மருத்துவப் பள்ளியில் மாணவராக இருக்கும் போதே, இவர் பாக்டீரிய செல்களைப் பற்றி நன்றாக அறிந்துகொள்ள அனிலின் போன்ற சாயங்களைப் பயன்படுத்துவதில் சிறப்புப் பெற்றிருந்தார். பல புதிய சாயங்களையும் அவர்

கண்டுபிடித்தார். இராபெர்ட் கோக் இந்த மருத்துவப் பள்ளியை ஒருமுறை பார்வையிடும் போது, ஏர்லிக் செல்களுக்கு சாயமேற்றி ஆய்வு செய்வதில் நிபுணத்துவம் பெற்றவர் என்றும் ஆனால் அவர் மருத்துவத் தேர்வுகளில் வெற்றி பெறமாட்டார் என்றும் கூறினார். எனினும் தேர்வுகளை வெற்றிகரமாக முடித்து *1878*ல் மருத்துவப் பட்டத்தைப் பெற்றார். *1890*ஆம் ஆண்டு இவர் பெர்லின் பல்கலைக்கழகத்தில் சேர்ந்து அங்கு பெங்ரிங் (Behring) மற்றும் கிட்டசாட்டோ (Kitasato) ஆகிய இருவருடன் ஒன்றாக இணைந்து ஆய்வுகளைத் தொடங்கினார். பெங்ரிங்கும் கிட்டசாட்டோவும் 1899ஆம் வருடம் டிடானஸ் நச்சுப் பொருட்களை (tetanus toxins) கொஞ்சம் கொஞ்சமாக அதிகரித்து பிராணிகளின் உடலில் ஊசி மூலம் சேர்க்கும் போது பிராணிகளின் இரத்தத்தில் எதிர்நச்சுப் பொருட்கள் தோன்றி நஞ்சுப் பொருட்களை சமனமாக்கின என்றும், அந்த பிராணிகளின் இரத்தநீர் (serum) மற்ற பிராணிகளுக்குள் செலுத்தப்பட்டால் நோய்த் தடுப்பு ஆற்றலைக் கூட்டலாம் என்றும் நிரூபித்தனர். இதே போன்று குழந்தைகளைத் தாக்கும் கொடிய நோயான தொண்டை அழற்சி நோய்க்கு (diphtheria) தகுந்த சிகிச்சையைக் கண்டுபிடிக்க அவர்கள் முயன்றனர். இந்த நோய் தாக்கி பிழைத்த குழந்தைகள் மீண்டும் இந்த நோயினால் தாக்கப்படுவதில்லை என்ற தகவலினால் உந்தப்பட்ட அவர்கள் அக்குழந்தைகளின் இரத்தம் எதிர் உயிரிப் பொருட்களை (antibodies) உருவாக்குகின்றது என்றும், அப்பொருட்கள் தொடர்ந்து இரத்தத்தில் காணப்படுவதால் அக்குழந்தைகளுக்கு மீண்டும் இந்நோய் வருவதில்லை என்றும் முடிவுக்கு வந்தனர். இந்த படைப்பிற்காக பெங்ரிங் 1901ஆம் வருடத்தில் செயலியல் அல்லது மருத்துவத்திற்கான நோபல் பரிசினைப் பெற்றார். தொண்டை அழற்சி நோய் பற்றிய ஆய்வின் வெற்றிக்குப் பிறகு, ஏர்லிங் பெங்ரிங்குடன் கருத்து வேறுபாடு காரணமாக விலகி ஜெர்மனியின் Institute for Research on Serum என்ற நிறுவனத்தின் தலைவராகச் சேர்ந்தார். அங்கு தொண்டை அழற்சி நோய் ஏற்கனவே பாதிக்கப்பட்டு உயிரோடு இருக்கும் குழந்தைகளில், எவ்வாறு தடுக்கப்படுகிறது என்ற ஆய்வில் முழுமையாக ஈடுபட்டு, அதற்கான வேதிய மருந்துகளை உருவாக்குவதில் தன்னுடைய கவனத்தைச் செலுத்தினார். ஸ்பைரோகீட் (Spirochete) என்ற உயிரிகள் உண்டாக்கும் மேக நோயை (Syphilis) தீர்க்க 1910ஆம் ஆண்டு ''சால்வர்சான்'' (salvarsan) என்ற மருந்தினை அவர் கண்டுபிடித்தார். இதுதான் தற்கால வேதியச் சிகிச்சைக்கான (Chemotherapy) ஆரம்ப நிகழ்வாக அமைந்தது. வேதிய சிகிச்சையின் அடிப்படை என்னவென்றால், மருந்தாகக் கொடுக்கப்படும் வேதியப் பொருட்கள் மனித உடலுக்கு எந்தவித தீங்குமின்றி உடலில் நுழையும் நோய்க் காரணிகளான நுண்ணுயிரிகளைத் தேடிச் சென்று அழித்துவிடும்.

*1930*ஆம் ஆண்டுகளில் பல ஆய்வு நிலையங்களும், தனியார் மருந்து தயாரிப்பு நிறுவனங்களும் நோய்களுக்குக் காரணமான பாக்டீரியங்கள், வைரஸ்கள் மற்றும் மற்ற நுண்ணுயிரிகள் போன்றவற்றை திறம்பட அழித்துவிடக் கூடிய வேதியப் பொருட்கள் / மருந்துகள் உற்பத்தி செய்வதில் தீவிர கவனம் செலுத்தின. ஜெர்மனியில் I.G.Farben நிறுவனத்தைச் சேர்ந்த ஜெரார்டு டோமாஹ் (Gerhard Domagk) (1895-1954) இரத்தத்தை நஞ்சாக்கும் *Streptococcus* மற்றும் *Staphylococcus* என்ற பாக்டீரியங்களைத் தாக்கி நோயைக் குணப்படுத்தும் Prontosil என்ற ஆரஞ்சு - சிவப்புநிற சாயப் பொருளைக் கண்டுபிடித்தார். இந்தப் பொருளின் முக்கிய வேதிய மூலக்கூறாக சல்ஃபாநிலமைடு (sulphanilamide) திகழ்ந்தது. முதன்முதலில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட சல்ஃபா மருந்து (sulpha drug) இதுதான். இந்த மருந்து பல்வேறு பாக்டீரிய நோய் கிருமிகளை அழிக்கும் தன்மையுடையதாக செயல்பட்டது.

*1939*ஆம் ஆண்டு R.J. டுபாஸ் (R.J.Dubos) (1901-1982) என்ற அமெரிக்க பாக்டீரியவியல் நிபுணர் மண்வாழ் பாக்டீரியங்களில் இருந்து பெறப்படும் ஒருசில வேதியப் பொருட்கள்

நிமோனியா நோயை உருவாக்கும் *Pneumococcus* என்ற பாக்டீரியத்தைக் கட்டுப்படுத்தும் தன்மை யுடையதாக இருப்பதை நிரூபித்தார். இந்த கண்டுபிடிப்பு எதிர்உயிரி மருந்துகள் (antibiotics) பற்றிய ஆய்வுத் துறைக்கு வழிகோலியது. எடுத்துக்காட்டாக, இந்தப் படைப்பு *Penicillium notatum* என்ற பூஞ்சை *Staphylococcus* என்ற பாக்டீரியத்தின் வளர்ச்சியை தடை செய்கிறது என்ற அலெக்சாண்டர் ஃபிளெமிங்கின் தற்செயல் கண்டுபிடிப்பினை மறுபரிசோதனை செய்வதற்கு வழிகோலியது. இந்த பூஞ்சை உண்டாக்கும் ஒரு வேதியப் பொருள் சிறந்த கிருமி நாசினியாகச் செயல்படுகிறது என்றும் பல நோய்களைத் தீர்க்கும் மருந்தாகவும் செயல் படுகிறது என்றும் ஃபிளெமிங் கண்டுபிடித்தார். இந்த வேதியப் பொருள் பெனிசிலின் (penicillin) எனப்பட்டது. எர்னெஸ்ட் செயின் (Ernest Chain) (1906-1976) மற்றும் ஹோவார்டு ஃபுளோரீ (Howard Florey) *(1989-1968)* ஆகிய இருவரும் கூட்டாகச் சேர்ந்து பெனிசிலினை மிகப்பெரிய அளவில் உற்பத்தி செய்ய ஒரு வழிமுறையைக் கண்டுபிடித்தனர். ஃபிளெமிங், செயின் மற்றும் ஃபுளோரி ஆகிய மூவருக்கும் 1945ஆம் வருடத்திய செயலியல் அல்லது மருத்துவத்திற் கான நோபல் பரிசு பெனிசிலின் கண்டுபிடிப் பிற்காக வழங்கப்பட்டது. மண்ணில் உள்ள இழை போன்ற பாக்டீரியங்களில் (filamentous bacteria = actinomycetes) இருந்து பல எதிர் உயிரி மருந்துகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. இவற்றில் முதலாவதும் மிகவும் முக்கியமானதுமான ஸ்ட்ரெப்டோமைசின் (streptomycin) என்ற பொருளை செல்மான் வேக்ஸ்மேன் (Selman Wakesman) 1943 ஆம் வருடம் கண்டுபிடித்தார். இவர்தான், எதிர் உயிரி மருந்தை குறிக்கும் ஆங்கிலச் சொல்லான 'antibiotics' என்பதை உருவாக்கினார்.

12) உணவுசார் நோய்கள்

மனித நலனிலும் நோயிலும் முக்கியப் பங்கு வகிக்கும் காரணிகளில் முதன்மையானது உணவாகும். 18ஆம் நூற்றாண்டு வரை கடல் மாலுமிகள், பயணிகளிடம் பரவலாக இருந்த ஸ்கர்வி (Scurvey) நோய் உணவின் ஒரு பகுதியாக எலுமிச்சை சாற்றினைக் கொடுத்தவுடன் மீண்டும் தோன்றவில்லை. இதனால் ஸ்கர்வி நோய் உணவில் உள்ள ஏதோ ஒரு பற்றாக் குறையால் ஏற்படும் நோய் என்பது தெளிவாகி யது. இது வைட்டமின் பற்றாக்குறையால் ஏற்படுகிறது என்று பின்னால் தெரிய வந்தது. இதுபோன்று உணவில் வேறு வைட்டமின்கள், தாதுப்பொருட்கள், புரோட்டீன்கள், கார்போஹைட்ரேட்கள் போன்றவற்றின் பற்றாக்குறையால் கூட நோய்கள் உண்டாக லாம். இதனை ஊட்டக் குறைவு (malnutrition) என்பர். 19ஆம் நூற்றாண்டில் உணவில் புரதங்களின் இன்றியமையாமை பற்றிய உண்மைகள் தெளிவாகின. ஒரு சில புரதங்கள் ''முழுமையான'' புரதங்கள் (complete proteins) என்றும் மற்றவை ''முழுமையற்ற'' புரதங்கள் (incomplete proteins) என்றும் அழைக்கப்பட்டன. முதல் வகைப் புரதங்கள் உணவில் இருந்தால் அவை உயிர் வாழ்தலை ஆதரிக்கும். உயிர் வாழ்தல் பாதிக்கப்பட்டால் உணவில் உள்ள புரதங்கள் முழுமையற்றவை என்றும் கொள்ளப்பட்டன. எனினும் இந்த இரண்டு வகைப் புரதங்களுக்கும் இடையே உள்ள வேறுபாடுகள் தெளிவாக்கப்படாமல் இருந்தன. 1820ஆம் ஆண்டு, புரதங்களில் கிளைசின் (Glycine) என்ற அமினோ அமிலம் (amino acid) இருப்பது அறியப்பட்டது. இதன் பின்பு ஃபிரடெரிக் கோவ்லாண்ட் ஹாப்கின்ஸ் (Frederick Gowland Hopkins) (1861-1947) என்பவர் புரதங்கள் அனைத்துமே அமினோ அமிலங் களால் ஆனவை என்று எடுத்துக்காட்டினார். டிரிப்டோஃபேன் (Tryptophane) போன்ற அமினோ அமிலங்கள் வாழ்விற்கு மிக அவசியம் என்றும், வேறு சில அமினோ அமிலங்கள் அவசியமற்றவை என்றும் அவர் மேலும் எடுத்துக் காட்டினார். 1900 வருடத் திற்குள், ஒரு டஜன் வெவ்வேறு அமினோ அமிலங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. மனித உடல் ஒரு சில அமினோ அமிலங்களைத் தானே தயாரித்துக் கொள்ளும் என்றும் இவை உணவில்

தேவையில்லை (non-essential aminoacids) என்றும், வேறு சில உணவின் பகுதியாகத் தான் (essential aminoacids) உடலுக்குக் கிடைக்கப் பெறுகின்றன என்றும், இவற்றை உணவோடு கொடுக்காவிட்டால் நோய்களும், முடிவில் இறப்பும் நேரும் என்றும் மேலும் அறியப் பட்டன.

அமினோ அமிலங்கள் மட்டுமல்லாமல் வைட்டமின்கள் உணவில் மிகவும் தேவை என்று ஹாப்கின்ஸிம், கசிமிர் ஃபுன்க் (Casimir Funk) *(1884-1967)* என்ற போலந்து நாட்டு அறிஞரும் வலியுறுத்தினார். இவற்றின் பற்றாக் குறையால் ஸ்கர்வி *(வைட்டமின் C பற்றாக் குறை)*, பெரிபெரி (beri beri) *(வைட்டமின் B_1 பற்றாக்குறை)*, ரிக்கெட்ஸ் (rickets) *(வைட்ட மின் D பற்றாக்குறை)* மற்றும் பெல்லாக்ரா (Pellagra) *(வைட்டமின் B_2 பற்றாக்குறை)* போன்ற நோய்கள் ஏற்படுகின்றன. இவை யனைத்துமே கூடுதல் உணவுக் காரணிகள் (accessory food factors) என்றும் அழைக்கப் பட்டன. 1912ஆம் ஆண்டு ஃபுன்க் (Funk) இவற் றிற்கு வைட்டமின்கள் என்று பெயரிட்டார்.

13) மரபுசார் நோய்களும் கோளாறுகளும்

குறைபாடுள்ள ஜீன்களாலோ குரோமோ சோம்களாலோ மனிதர்களுக்கு ஏற்படும் மரபுசார் நோய்கள் (hereditary diseases) மற்றும் கோளாறுகள் (hereditary disorders) பற்றிய செய்திகள் வரலாற்று காலத்தின் தொடக்கத்தில் இருந்தே தெரிய வந்துள்ளன. இவற்றில் முக்கியமானவை ஹீமோஃபலியா (Haemophilia) என்ற இரத்த உறையாமை நோயும், மங்கோலிசம் (Mongolism or Down's syndrome) என்ற மனவளர்ச்சி குன்றியத் தன்மையும் (mental retardation) ஆகும். இந்த நோய்களைப் போக்க ஜீன் - பொறியியல் மற்றும் ஜீன்சிகிச்சை போன்றவைகளுக்குத் தான் வாய்ப்புள்ளது. பழுது அடைந்துள்ள ஜீன்களை மாற்றுதல், குறைபாடுள்ள திசுக்களையும், உறுப்புகளை யும் மாற்றுதல் போன்ற முறைகள் தற்போது சாத்தியமாகும் நிலைமை உருவாகியுள்ளது.

இந்த வளர்ச்சிக்குக் காரணம் தண்டு செல் ஆய்வுகள்தான். இத்தகைய செல்களை தேவைப் பட்ட மனிதத் திசுவின் செல்களாக மாற்ற முடியும்; ஏனெனில் இவற்றிற்கு அவ்வாறு மாற்றுரு பெறும் தகுதி (totipotency) உள்ளது. இந்த திசையில் நல்ல தொடக்கம் ஏற்கனவே ஏற்பட்டுள்ளது. 2003ஆம் ஆண்டு குளோன் மூலம் மனித கருவின் தண்டு செல்களை உண் டாக்கும் செயல்முறையை தெற்கு கொரியா வைச் சேர்ந்த சியோல் நேஷனல் பல்கலைக் கழகத்தைச் சேர்ந்த வூ சுக் வாங்க் (Woo Suk Hwang) மற்றும் ஷின் யோங் மூன் (Shin Yong Moon) ஆகி யோர் உருவாக்கியுள்ளது குறிப்பிடத்தக்கது.

14) மனித உடல் பற்றிய இந்திய அறிவியலின் வரலாறு

ஆயுர்வேதம் தன்னுடைய பஞ்சபூதக் கொள்கையின்படி உணவு எவ்வாறு செரிமானம் அடைகிறது என்பதற்கு கொள்கை ரீதியான விளக்கத்தை அளித்துள்ளது. இரைப்பையில் உணவு ஒருவித சாறாக (rasa) (= chyle) மாற்றப்படுகிறது. இது உணவு செரிமானம் அடையப்பட்டு உள்ளீர்க்கப்படும் நிலைக்கு மாற்றப்பட்டிருப்பதைக் குறிக்கும். உணவு இரைப்பையில் ஐம்பூதங்களில் ஒன்றான நெருப்பினால் செரிமானம் அடைகிறது. இந்த ரசச்சாறு இரத்தம், தசை, கொழுப்பு, எலும்பு, எலும்பு மஜ்ஜை (bone marrow) மற்றும் விந்துத் திரவம் (semen fluid) என்று ஒவ்வொன்றாக அதே வரிசையில் மாற்றப்படுகின்றது. ஆயூர் வேதத்தின்படி இதயம் தான் உணவுச் சாற்றை (ரசம்) பரப்பும் மைய உறுப்பாக செயல்பட்டு, சாற்றினை 24 குழாய் போன்ற தமனிகள் என்று அழைக்கப்படும் நாளங்கள் மூலம் எடுத்துச் செல்ல உதவுகிறது. தமனிகளைத் தவிர துடிப்புகள் அற்ற வேறுசில சிறிய நாளங்களும் (இவற்றிற்கு சிராஸ் (Siras) என்று பெயர்), நுண்ணிய நாளங்களும் (இவற்றிற்கு ஸ்ரோடாஸ் (strotas) என்று பெயர்) காணப்படு கின்றன. ஸ்ரோடாஸ் சிறிய தமனிகளுக்கும் சிரைக்கும் இடையில் அமைந்துள்ளன.

சித்த மருத்துவ முறையும் மனித உடல் பற்றிய சில தகவல்களைத் தருகின்றது. இம்முறைப்படி, மனித உடல் 72,000 சிறிய நாடிகளாலும் 13,000 நரம்புகளாலும் ஆனவை. இவற்றில் 10 நாடிகள் பெரியவை மற்றும் மிகவும் முக்கியமானவை. எலும்புகள், தசைகள், நரம்புகள், தோல் மற்றும் மயிர் ஐம்பூதங்களில் மண்ணைச்சார்ந்தவை. பித்தநீர், இரத்தம், விந்துத் திரவம் மற்றும் வியர்வை நீரைச் சார்ந்தவை. பசி, தாகம், தூக்கம் மற்றும் அழகு நெருப்பைச் சார்ந்தவை. உறுப்புகளின் சுருக்கம் அல்லது விரிவு மற்றும் மலப்பொருட்கள் வாயுவைச் சார்ந்தவை. இதயம், கழுத்து மற்றும் தலை ஆகாசத்தைச் சார்ந்தவை.

15) மருத்துவம் மற்றும் நோயியல் பற்றிய இந்திய வரலாறு

தற்பாதுகாப்பிற்காக ஏற்பட்ட தன்னிச்சையான செயலாக மற்ற நாடுகளைப் போலவே இந்தியாவிலும் எழுந்ததுதான் மருத்துவம் என்ற இயற்கைக் கலை. எனவே, நோய், வலி மற்றும் காயம் போன்றவற்றிலிருந்து விடுபட வேண்டும் என்ற தேவையின் காரணமாக மட்டும் பரிணமித்தது தான் மருத்துவ அறிவு. இதுவே எல்லா விதமான பச்சையான தாவரப் பொருட்களையும், மாமிசங்களையும் பாகுபாடற்ற முறையில் பயன்படுத்தாமல், ஒரு சில குறிப்பிட்ட, தேர்வு செய்யப்பட்ட உணவுப் பயிர்களையும், பிராணிகளையும் மற்றும் குறிப்பிட்ட முறையில் பதப்படுத்தப்பட்ட, கலந்த மற்றும் சமைக்கப்பட்ட தாவர மற்றும் பிராணிகளை மட்டுமே பயன்படுத்த இந்தியாவில் கட்டாயப்படுத்தியது. இந்த தேர்வின் மூலம் தான் மிகவும் எளிதாகச் செரிமானம் செய்யப்படக்கூடிய, மிக அதிக ஊட்ட சத்துக்கள் மற்றும் நோய்களைத் தடுத்து உடலைப் பாதுகாக்கவல்ல உணவுப் பொருட்கள் மட்டும் வழக்கத்திற்கு வந்தன என்பது குறிப்பிடத்தக்கது. ''உணவே மருந்து, மருந்தே உணவு'' என்ற கூற்றுக்கு இணங்க உணவுத் தேர்வு இந்தியாவில் பரிணமித்தது என்பது சிறப்பு.

(i) வரலாற்றுக்கு முந்திய மற்றும் வரலாற்றின் ஆரம்ப காலம்

ஏறத்தாழ 3000 BCE வருடங்களுக்கு முன்பு சிந்துசமவெளி நாகரிகத்தின் போதே மருத்துவ அறிவியல் நடைமுறையில் இருந்து வந்திருக்கிறது என்பது மொகஞ்சோதாரோ மற்றும் ஹரப்பாவில் தோண்டி எடுக்கப்பட்ட கருவிகள் மற்றும் மருத்துவப் பொருட்களிலிருந்து தெளிவாகிறது. இந்த நாகரிக காலத்து மக்கள் சமுதாய பொதுசுகாதாரத்திற்கும் தூய்மைக்கும் மிக அதிக முக்கியத்துவம் கொடுத்தனர் என்பதும் தெளிவாகிறது. அவர்கள் தாவரங்களிலிருந்தும் தாதுக்களிலிருந்தும் பெற்ற மருந்துகளைப் பயன்படுத்தினர்.

(ii) வேதகாலம்

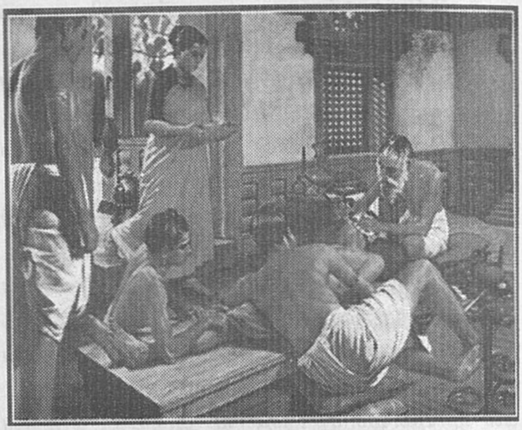
பல்வேறு சம்ஹிதங்கள் (Samhitas) தலை, கண்கள், காது, இதயம், நுரையீரல்கள், தோல், இரைப்பை, எலும்பு போன்றவற்றில் ஏற்படக் கூடிய நோய்கள் பற்றி குறிப்பிடுகின்றன. பிறவிக் கூறுகள் (congenitial factors), இயற்கைப் பருவ மாற்றங்கள், நுண்கிருமிகள் போன்றவற்றால் நோய்கள் ஏற்படலாம் என்று சம்ஹிதங்கள் கூறுகின்றன. நோய்களைத் தீர்க்கப் பயன்படுத்தப்பட்ட முறைகளில் மாயமந்திரம் (magic), மயக்கங்கள் (charms), சாபங்கள் மற்றும் மந்திரங்களை ஓதுதல் போன்றவற்றைத் தவிர, தாவரங்களிலிருந்து பெற்ற மருந்துகள், பிராணிகளிலிருந்து பெறப்பட்ட ஒருசில பொருட்கள் மற்றும் தாது - சார்ந்த பொருட்களும் அடங்கும்.

(iii) வேதகாலத்திற்கு பிந்திய காலம்

இந்தக் காலத்தில், ஆயுர்வேதம் (= உயிரைப் பற்றிய அறிவியல்) மிகவும் வணக்கத்திற்குரிய இடத்தைப் பெற்றிருந்தது. இதற்குக் காரணம் ஆயுர்வேதம் பகுத்தறிவுக்கு உட்பட்ட செய்முறைக் கருத்துருக்களையும் (methodical concepts), ஒழுங்கான சிகிச்சை முறைகளையும் பெற்றிருந்ததுதான். ஆயுர்

வேதத்தின் மிகவும் குறிப்பிடத்தக்க மற்றும் சிறப்பான பண்டைய நூல்கள் **சரக சம்ஹிதா** (***Charaka samhita***), **சுஸ்ருத சம்ஹிதா** (***Susruta samhita***), **அஷ்டாங்க ஹிரிதயா** (***Ashtanga-Hridaya***) மற்றும் **அஷ்டாங்க-சங்கிரகா** (***Ashtanga-sangraha***) ஆகியவைகளாகும். இந்த மருத்துவமுறை நிச்சயமாக BCE 7வது அல்லது 6வது நூற்றாண்டில் தொடங்கியிருக்க வேண்டும்; தற்போதைய வடிவத்தை CE முதல் ஒன்றிரண்டு நூற்றாண்டுகளில் பெற்றிருக்க வேண்டும் என்பது தெரிகிறது.

ஆயுர்வேத மருத்துவ முறைப்படி மனித உயிர், உடல், உணர்வுகள் மற்றும் ஆத்மாவின் பிரதிபலிப்பு ஆகும். உலகம் அனங்கக மற்றும் அங்ககப் பொருட்களால் ஆனது என்றும் அவை ஒவ்வொன்றும் பஞ்சபூதங்களால் ஆனது என்றும் ஆயுர்வேதம் நம்புகிறது. இந்த பஞ்சபூதங்களின் தன்மைகளைச்சார்ந்தே எல்லா மருத்துவப் பொருட்களும் அமைகின்றன. ஆயுர்வேத முறையில் மருத்துவ அறிவியல் அஷ்டாங்கம் (astangas) எனப்படும் எட்டு பிரிவுகளில் அடக்கப்படுகின்றன. அவை யாவன : அறுவைச் சிகிச்சை (=சால்யம்), கண், மூக்கு, தொண்டை நோய்கள் பற்றிய சிகிச்சை (=சாலக்கியம்), அகமருந்தியல் (=காய சிகிச்சை; காயம் = உடல்), மனநோய்கள் மற்றும் இயற்கையினால் விளக்க முடியாத நோய்கள் (=பூத வைத்தியம் அல்லது கிரக சிகிச்சை), குழந்தை மருத்துவம் (=கௌமாரப்பிரிதியா), நஞ்சியல் (toxicology) (= அகதம் அல்லது விஷ சிகிச்சை), முதுமை மருந்தியலும், இளமையூட்டலும் (rejuvenation and geriatrics) (= இரசாயணம்), வீரியமூட்டல் (=வசிகரணம்). மேலே கூறப்பட்ட ஆயுர்வேத நூல்கள் நான்கில் அகமருந்தியல் பற்றிய சரக சம்ஹிதாவும், அறுவை சிகிச்சைப் பற்றிய சுஸ்ருத சம்ஹிதாவும் மிக முக்கியமானவை. இந்த இரண்டு நூல்களிலுமே ஒரு முழுமையான சிகிச்சை முறைக்கு (holistic approach) முக்கியத்துவம் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது; ஒரு சீரான மனம் ஒரு சீரான உடலுக்கு அடிப்படை என்ற கருத்து வலியுறுத்தப்பட்டுள்ளது. இந்த இரண்டு நூல்களுமே பல மொழிகளில் மொழிப் பெயர்ச்சி செய்யப்பட்டுள்ளன.



படம் VI.7. சுஸ்ருதா - அறுவைச் சிகிச்சையில் ஈடுபட்டிருக்கும் போது

ஆயுர்வேத முறைப்படி, நோயைக் கண்டு பிடிப்பதும், நோய்க்கு சிகிச்சை அளிப்பதும் மூன்றுதோஷ (tridosha) அடிப்படையில், அதாவது வாதம், பித்தம் மற்றும் கபம் அடிப்படையில், செய்யப்படுகின்றன. ஒரு உடல் நல்ல நிலையில் இருக்க இந்த மூன்று தோஷங்களும் அவற்றின் இயல்பான நிலைகளில் இருக்க வேண்டும்; எப்பொழுது இந்த மூன்று தோஷங்களின் சமன்பாடுகளும் பாதிக்கப்படுகிறதோ, அப்பொழுது உடல் நோய்வாய்ப் படுகிறது. ஆயுர்வேதம், இரத்தத்தையும் நான்காவது முக்கிய காரணியாகக் கருதுகிறது. உடலின் உறுப்புகள் நன்கு சீராக செயல்பட இரத்தம் முக்கிய பங்காற்றுகிறது. பஞ்சபூதங்களின் அடிப்படையில் இந்த மூன்று தோஷங்களும் அறியப்படுகின்றன : ஆகாசம் + காற்று = வாதம்; நெருப்பு = பித்தம் : நீர் + நிலம் = கபம்.

ஆயுர்வேத சிகிச்சையும் அதில் பயன் படுத்தப்படும் மருந்துகளின் செயல்பாடும் இரண்டு வழி நிகழ்வுகளாகும்: நோயை உருவாக்கும் பொருட்களை நீக்குதல் மற்றும்

நல்ல பொருட்களை அவற்றினிடத்தில் மீட்டல். இந்த முறையில் பயன்படுத்தப்படும் ஒரு சில குறிப்பிட்ட சிகிச்சை முறைகள் பின்வருமாறு : உடலில் சேர்ந்துள்ள கழிவுகளை உடலிலிருந்து நீக்கி உடலைச் சுத்தம் செய்தல், உள் மற்றும் வெளி மருந்து கொடுத்தல், கண் சொட்டு மருந்துகள் பயன்படுத்துதல், கொப்பளித்தல், தோல் புண்களில் மருந்துகள், பூச்சுகள் மற்றும் எண்ணெய்கள் இடுதல், உட்கரைவுக் குளிகை (suppository)[1] அட்டைப்பு (tampons)[2] மற்றும் உடலில் ஏற்பட்ட திறந்த புண்களை மருந்தில் தோய்த்த பருத்தி துணி மூலம் ஒத்தியெடுத்தல் குதத்தில் மருந் தேற்றுதல் (enema) மற்றும், பெண்ணுறுப்பு சுத்திகரிப்பு (douches)[3], வெவ்வேறு வகையான மருத்துவக் குளியல்கள், ஒத்தடம் கொடுத்தல், கிருமிநாசினிகளைப் பயன்படுத்துதல் போன்றவை. மருந்துகளை பொருத்தவரை ஆயுர்வேதம் மிக விரிவான மருந்துப்பொருள் தொகுப்பேடு (materia medica) பெற்றுள்ளது. சரகசம்ஹிதாவில் 341 தாவரப் பொருட்களும், 177 பிராணி பொருட்களும், 64 தாதுப் பொருட்களும் மருந்துகளாக பயன்படுத்தப்படுகின்றன என்று குறிப்பிடப்பட்டுள்ளன. சுஸ்ருதசம்ஹிதாவில் 395 தாவரப்பொருட்கள், 57 பிராணி பொருட்கள் மற்றும் 64 தாதுப்பொருட்கள் மருந்துகளாக குறிப்பிடப்பட்டுள்ளன. அறுவைச் சிகிச்சையை சுஸ்ருதர் (படம் VI.7) எட்டு தலைப்புகளில் விவரித்துள்ளார் : கூரிய கத்தியால் குத்திக் கிழித்தல் (incision), வெட்டி எடுத்தல் (excision), கீறுதல் (scarification), துளைத்தல் (puncturing), ஆய்வு செய்தல் (exploration), பிரித்தெடுத்தல் (extraction), காலி செய்தல் (evacuation) மற்றும் தைத்தல் (suturing), மண்டையோட்டு அறுவை மற்றும் குதத்தின் மூலம் மற்றும் பௌந்திரம் (piles and fistula) போன்றவற்றின் அறுவைச் சிகிச்சைகள் பற்றி சுஸ்ருதர் மிக விளக்கமாக விவரித்துள்ளார். அறுபட்ட இரத்தக் குழாய்களில் இருந்து இரத்தப் போக்கைத் தடுக்க குழாயை நாரால் கட்டுதல் மற்றும் சூடுபோடுதல் போன்றவை பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன. அகட்டுத் துமிப்பு அறுவை (laparotomy[4]), கல்நீக்க அறுவை (lithotomy[5]), ஒட்டறுவை (plastic surgery) போன்றவை பற்றிய விவரங்களும் காணப் படுகின்றன.

ஆயுர்வேத மருத்துவம், அதைக் கடைபிடிக்கும் மருத்துவர்கள் மருத்துவத் தொழிலில் மிக நல்ல நெறிமுறைகளான சுய கட்டுப்பாடு, துணிவு, இரக்கம், உடல் மற்றும் உள்ளத் தூய்மை மற்றும் சிறந்த மருத்துவ அறிவு ஆகியவற்றைப் பெற்றிருக்க வேண்டும். ஆயுர்வேதம் ஒரு முழுமையான மருத்துவ முறை என்பதற்கு அதில் பிராணிகள் மற்றும் தாவர நோய்களுக்குக் கூட மருந்துகள் கூறப் பட்டுள்ளன என்பது சான்று.

(iv) CE 1200 வரையுள்ள காலம்

ஆயுர்வேதம் தன்னுடைய மிகச் சிறந்த பாரம்பரியத்தை தொடர்ந்து பல ஆண்டுகள் நிலைநிறுத்தி வந்தது. நாலந்தா, ஸ்ரீவிக்ரமசீலா, வல்லபி போன்ற பல்கலைக்கழகங்களின் பாடத்திட்டத்தில் இது முக்கியத் துறையாகச்

1. குதம் (rectum), பெண்ணுறுப்பு (vagina) அல்லது சிறுநீர்க்குழாயின் வாய் ஆகியவற்றில் பயன்படுத்தக் கூடிய ஒரு கூம்பு வடிவ அல்லது உருளை வடிவ மருந்தினால் தோய்க்கப்பட்ட அடைப்பு.
2. காயம்பட்ட இடத்தில் உள்ள நுழைவிடம் அல்லது பள்ளத்தில் இரத்தப் போக்கை அல்லது சுரப்புகளைக் குறைக்கப் பயன்படுத்தப்படும் பருத்தியினால் ஆன ஒரு அடைப்பு (tampon)
3. பெண்ணுறுப்பின் உள்ளே உள்ள நோய்க் கிருமிகளை அகற்றுவதற்காகவும் சுத்தப்படுத்துவதற்காகவும் மிகுந்த அழுத்தத்துடன் மருந்து கலந்த சுடுநீர் செலுத்தப்படும் முறை (douches)
4. வயிற்றில் செய்யப்படும் ஒருவகை அறுவை முறை
5. சிறுநீர்ப் பாதையில் உள்ள கற்களை எடுக்க பயன்படுத்தப்படும் ஒரு அறுவைச் சிகிச்சை முறை.

சேர்க்கப்பட்டிருந்தது. புத்த அறிஞர்களும் ஆயுர்வேத மருத்துவத்திற்கு அதிக முக்கியத் துவம் கொடுத்தனர் என்பதற்கு ஆதாரமாக வாகபட்டா (Vagbhata) மற்றும் நாகார்ஜுனா (Nagarjuna) ஆகியவர்களின் படைப்புகளைக் கூறலாம். வாகபட்டாவின் **அஷ்டாங்க ஹிருதயம்** (***Astangahrdaya***) ஆயுர்வேதத்தைப் பற்றிய மிகச் சிறந்த நூல்களில் ஒன்றாகும். மாதவரின் (Madhava) **ருக்வினிஸ்காயா** (***Rugviniscaya***) (இதன் இன்னொரு பெயர் **மாதவனிதானம்** (***Madhavanidhanam***), பிருந்தா வின் (Vrnda) **சித்தயோகா** (***Siddhayoga***) மற்றும் சக்ரபாணியின் **சாகரசம்கிரஹா** (***Cakara-samgraha***) போன்றவையும் ஆயுர்வேதம் பற்றிய பிற முக்கிய நூல்களாகும்.

பண்டைய இந்திய மருத்துவ அறிவு மற்றும் அறுவைச் சிகிச்சை முறைகள் கிரேக்க மற்றும் அராபிய மருத்துவ முறைகளின் மேல் அதிக செல்வாக்கு செலுத்தின. இந்திய மருத்துவ நூல்களை மொழிபெயர்க்க அராபிய அப்பாசிட் அரசர்கள் (Abbasid Caliphs) நடவடிக்கை எடுத்தனர். சுஸ்ருத சம்ஹிதா **கிட்டல் - சமுரால் ஹிந்த் - ஐ சுஸ்ருதா** (***Kital - samural hind - i susrid***) என்ற தலைப்பிலும், சரகசம்ஹிதா அலி இபின் ஜைன் (Ali Ibn Zain) என்பவரால், **சராக்** (***Sarag***) என்ற தலைப்பிலும், மாவநிதானம் பதன் (Badan) என்ற தலைப் பிலும், **அஷ்டாங்கஹிருதயம்** (***Astangahrdaya***) 'அஸ்டாங்கர்' (Astankar) என்ற தலைப்பிலும் அராபிய மொழியில் மொழிபெயர்ப்பு செய்யப் பட்டன. பின்னர், பெர்சியாவைச் சேர்ந்த ரேசஸ் இந்திய மருத்துவ அறிவை தன்னுடைய மிக விவரமான நூலான ***Kitab-al-hawi*** யில் (ஐரோப்பியர்களுக்கு இந்த நூல் ***Liber continens*** என்ற இலத்தீன் தலைப்பில் அறியப்பட்டது) உள்ளடக்கியுள்ளார். இந்த நூலின் இலத்தீன் வடிவத்தை மோசஸ் ஃபராச்சி (Moses Farachi) என்ற CE 13 ம் வருடத்திய அறிஞர் உருவாக்கி னார்.

தென்னிந்தியாவில் திராவிட நாகரிக மக்களால் கடைப்பிடிக்கப்பட்ட மருத்துவ முறை சித்த மருத்துவம் (Siddha medicine) ஆகும். இது ஆயுர் வேதத்திற்கு நிகரான பழைமை யுடையது; பெருமையுடையது. *18* சித்தர்களின் வழியில் வழக்கத்திற்குக் கொண்டு வரப்பட்ட மருத்துவ அறிவும் செயல்பாடும் தான் சித்தமருத்துவ முறை. சித்த மருத்துவ நூல்கள் அனைத்தும் தமிழ்மொழியில் மட்டும் உள்ளன. இந்த மருத்துவமுறைத் தொடர்பாக 800 நூல்கள் உள்ளன; ஆனால் இவற்றில் ஏறத்தாழ 180தான் அச்சிடப்பட்டுள்ளன; சித்த மருத்துவமும் பஞ்சபூதக் கொள்கையின் அடிப்படையில் தான் அமைந்துள்ளது. நோய்கள் ஐந்து பூதங்களின் சமன்பாடின்மையால் தான் தோன்றுகின்றன. சித்த நூல்களில் *4448* நோய்கள் பற்றி குறிப்பிடப் பட்டுள்ளன. நோய்களை நீக்க மருந்துகள், அறுவைச் சிகிச்சைகள், பிராணாயாமம் (Pranahyama), மனநல ஆலோசனைகள், காந்த விசைகள், மண் சிகிச்சை, நீர் சிகிச்சை போன்றவை பயன்படுத்தப்படுகின்றன. *96* வெவ்வேறு முறைகளின் அடிப்படையில் மருந்துகள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. இவற்றில் மாத்திரைகள், சூரணங்கள், எண்ணெய்கள், மெழுகு, வேதியப் பொருட்கள், கட்டு போடுதல் போன்றவை அடங்கும்.

(V) இடைக்காலம்

இந்தக் காலத்தில் மிக முக்கியமான மருத்துவப் படைப்புகளான ***Sarangadhara Samhita*** *(13ஆம் நூற்றாண்டு)*, வங்க சேனரின் (Vangasena) ***Yogaratnakara***, பவமிஸ்ராவின் (Bhavamisra) ***Bhavaprakasa*** போன்றவை உருவாக்கப்பட்டன. இவற்றில் முதல் நூலில் சிறுநீரையும், நாடித் துடிப்பையும் நோயைக் கண்டுபிடிக்க முக்கிய அறிவிப்புப் பண்பு களாகப் பயன்படுத்தப்பட்டது குறிப்பிடப் பட்டுள்ளது. ***Bhavaprakasa*** வில் நோய்களின் மிக நீண்ட பட்டியலும் அவற்றின் அறிகுறிகளும் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. *15*ஆம் நூற்றாண்டில் போர்ச்சீசிய மாலுமிகளால் இந்தியாவில் சிஃபிலிஸ் என்ற மேகநோய் அறிமுகப்படுத்தப் பட்டது என்றும் இந்நூல் குறிப்பிடுகிறது.

இந்தியாவில் இடைக்காலத்தில் வழக்கத்திலிருந்த மற்றொரு மருத்துவமுறை இரசசிகிட்சை (Rasacikitsa) ஆகும். இதில் பயன்படுத்தப்பட்ட பெரும்பாலான மருந்துகள் பாதரச மற்றும் பாதரசமற்ற தாதுப் பொருட்களாகும். இடைக்காலத்தில் மிகவும் பிரபலமாக இருந்த மற்றொரு மருத்துவமுறை யுனானி டிப் (Unani Tibb) அல்லது யுனானி என்ற அராபிய மருத்துவமுறை ஆகும். ஆனால் யுனானி என்ற சொல் Ionia என்ற கிரேக்க சொல்லிலிருந்து தோன்றியது என்பதால், இந்த மருத்துவ முறையில் கிரேக்க மருத்துவமுறைகள் (இந்தியாவின் ஆயுர்வேதமும் இதில் கலந்துள்ளது) கலந்துள்ளன என்று தெரிய வருகிறது. அவிசென்னாவின் மிகப் பிரபலமான மருத்துவப் படைப்பான ***Quanum*** என்பது யுனானி டிப்பின் முக்கிய மூல நூலாகக் கருதப்படுகிறது. இந்த மருத்துவ முறை *11ஆம்* நூற்றாண்டில் முகமதிய அரசர்கள் இந்தியாவில் அடியெடுத்து வைத்தபின் இந்தியாவில் நுழைந்தது. முகமதிய அரசர்கள் இந்த மருத்துவ முறைக்கு ஊக்கம் கொடுத்தனர். முகமதுபின் துக்ளக்கின் தூண்டுதலால் ஹக்கீம் தியா முகம்மது என்பவர் ***Maju-e-Diyae*** என்ற மருத்துவ நூலை எழுதினார். இந்நூலில் அராபிய, பெர்சிய மற்றும் ஆயுர்வேத மருத்துவமுறைகள் ஒன்று சேர்க்கப்பட்டுள்ளன. பிரோஸ் ஷாதுக்ளக் ***Tibbe Ferozshahi*** என்ற மருத்துவ நூலை எழுதினார். முகலாயர்கள் காலத்தில் யுனானி மருத்துவ முறை மிகவும் வளர்ந்து ஒரு பிரபலமான முறையாக மாறியது. ஹக்கீம்கள் (Hakims) என்று அழைக்கப்பட்ட யுனானி மருத்துவர்கள் அரசர்களின் தீவிர ஆதரவைப் பெற்றனர். முகலாயர்கள் காலத்தில் வெளிவந்த மருத்துவ நூல்களில் மிகப் பிரபலமானவை ***Tibbi Aurangzebi*** (இது ஆயுர்வேதத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டது) மற்றும் ***Musalajati-Darshikohi***.

(vi) ஐரோப்பியர் காலம்

போர்ச்சுகீஸ், டச்சு, பிரான்ஸ், டென்மார்க் மற்றும் பிரிட்டன் நாடுகளைச் சேர்ந்தவர்கள் இந்தியாவில் நுழைந்தபோது தங்களுடைய நாட்டு மருத்துவமுறைகளை இந்தியாவில் புகுத்த ஆரம்பித்தனர். இதனால் இந்திய மருத்துவ முறைகள் தம்முடைய புகழை இழக்க ஆரம்பித்தன; முக்கியமாக நகரங்களில் இது மிக துரிதமாக நடந்தது. அல்லோபதி (Allopathy) என்ற ஆங்கில மருத்துவமுறை கொஞ்சம் கொஞ்சமாக அதிக முக்கியத்துவம் பெற ஆரம்பித்தது. எல்லா பொதுமருத்துவ மனைகளிலும், மருத்துவ நிலையங்களிலும் ஆங்கில மருத்துவமுறை நடைமுறையாக்கப்பட்டு, மருத்துவக் கல்வியிலும் அதுவே பயிற்றுவிக்கப்பட ஆரம்பித்தது. *1948ஆம்* ஆண்டு உலக நாடுகளின் சபையின் (UNO) ஒரு அங்கமாக நிறுவப்பட்ட உலக சுகாதார நிறுவனம் (WHO) *1962ஆம்* ஆண்டுவரை ஆங்கில மருத்துவ முறையைத்தான் ஆதரித்தது. *1962ஆம்* ஆண்டு, முந்தைய சோவியத் கூட்டரசில் இருந்த அல்மா அடா (Alma Ata) என்ற இடத்தில் நடந்த கருத்தரங்கில் பாரம்பரிய மருத்துவமுறைகளுக்கு (Traditional medical systems) மீண்டும் புத்துயிர் அளிக்கப்பட வேண்டும் என்று தீர்மானம் நிறைவேற்றப்பட்டது. இந்தத் தீர்மானத்தை *1977ஆம்* ஆண்டு WHO அங்கீகாரம் செய்தவுடன், பல நாடுகள் தங்களுடைய பாரம்பரிய மருத்துவமுறைகளுக்கு ஊக்கம் அளித்தன. இதன் விளைவாக இந்தியாவின் பல பகுதிகளில் ஆயுர்வேத, யுனானி மற்றும் சித்த மருத்துவ முறைகள் பொது மருத்துவமனைகளில் தொடங்கப்பட்டன. இதற்கான தனிமருத்துவக் கல்வி நிறுவனங்கள் பல தொடங்கப்பட்டன. மேலும் இந்த மருத்துவமுறைகள் பற்றிய அனைத்துத் தகவல்களையும், விவரங்களையும் சேகரிக்கும் பணியும் தீவிரமாக மேற்கொள்ளப்பட்டு வருகின்றன. இந்த மருத்துவமுறைகள் பற்றிய அறிவினைப் பாதுகாக்க வேண்டி தகுந்த சட்டத் திட்டங்களுக்கும் ஏற்பாடு செய்யப்பட்டு வருகின்றன.

VII

கணிதவியலும், அளவையியலும்

1) முன்னுரை

அளவையியலின் (metrology) தொடக்கத்தில் தான் கணிதவியலும் (mathematics) தோன்றியது என்பதற்குப் பல ஆதாரங்கள் உள்ளன. வேளாண் செயல்களுக்காக நிலங்களை அளவு நிர்ணயம் செய்யும்போது கணிதவியல் தோன்றியது. இதேபோன்று வரலாற்றில் சற்றுத் தொடர்ந்து வானியல் தேவைகளையும் ஈடுசெய்வதற்காக கணிதவியல் வளர்ந்தது என்பதற்கும் பல ஆதாரங்கள் உள்ளன. கிறித்து பிறந்தபின், இயற்கையின் இயல்பான நிகழ்வுகளை விளக்குவதற்காக கணிதவியல் மேலும் வளர்ச்சியடைந்தது. கலிலேயோ கணிதவியலின் முக்கியத்துவத்தைப் பின்வருமாறு குறிப்பிட்டார்: ''இயற்கையைப் பற்றிய நூல் கணிதவியல் மொழியில் எழுதப்பட்டுள்ளது'' (The book of nature is written in the language of mathematics). தற்பொழுது கணிதவியல் கொள்கைகளையும், விவரங்களையும் பயன்படுத்தாத அறிவியல் துறையே இல்லை எனலாம்.

2) கணிதவியலின் வரலாறு

பிரிட்டன் அருங்காட்சியகத்தில் காணப்படும் இரிண்ட் தொகுப்புகளின் (Rhind collection) ஒரு பகுதியாக விளங்கும் கஹுன் கோரைத் தாள்கள் (Kahun papyrus) தான் எண் கணிதம் (arithmetic), வடிவக் கணிதம் (geometry) மற்றும் வரலாறு பற்றி நமக்குக் கிடைத்துள்ள முதல் ஆவண ஆதாரங்களாகும். இந்தக் கோரைத் தாள்கள் BCE 1900 முதல் 1600க்குள் எழுதப்பட்டிருக்க வேண்டும் என்றும், அக்மோஸ் (Ahmose) என்ற ஆசிரியரால் படிவம் எடுக்கப்பட்டது என்றும், இவற்றின் மூலப் படிவம் BCE 2300க்கும் முற்பட்ட மிகவும் பழமையான எகிப்து நாட்டு XII அரச வம்ச காலத்தைச் சேர்ந்த கோரைத்தாள் உருளை (papyrus roll) என்றும் தெரிய வருகிறது. இந்தக் கோரைத்தாளில் எண்கணிதம் பற்றிய பொதுவான செய்முறைகள் பற்றியும், பின்னங்கள் (fractions) பற்றியும் விவரங்கள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன; பெருக்கல் (multiplication) தொடர்ச்சியான கூட்டல்களினால் (additions) செய்யப்பட்டது; அளவையியலுக்கான

விதிகளும் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. இதிலிருந்து 500 முதல் 1000 வருடங்களுக்குள் எண்ணிக்கை முறையையும் (numerical system), பெருக்கல், வகுத்தல் (division), வர்க்கம் (square of a number), வர்க்கமூலம் (swuare root), கனசதுரம் (cube) போன்றவற்றிற்கான கணிதவியல் அட்டவணை களும் (tables), அளத்தலுக்கான விதிகளும் அலகுகளும் (units) எகிப்தியர்களால் சீராக்கப் பட்டுவிட்டன. எகிப்தியர்கள் பத்து வரை உள்ள எண்களைக் குறிக்க செங்குத்துக் கோடுகளை உண்டாக்கினர்; ஒன்றைக் குறிக்க ஒரு செங்குத்துக் கோடும் (I) இரண்டைக் குறிக்க இரண்டு கோடுகளும் (II) பத்தைக் குறிக்க 10 கோடுகளும் ஒன்றின் பக்கத்தில் ஒன்றாக போட்டனர். எகிப்தியர்களுக்கு அடிப்படை எண் (basic number) 10 ஆகும். எனினும் எகிப்திய எண்முறை (அதிலிருந்து தோன்றிய உரோமன் எண் முறையும்) பெருக்கலையும் வகுத்தலை யும் செய்வதற்கு மிகவும் கடினமாக இருந்தது. எடுத்துக்காட்டாக, VIIIஐ XXI ஆல் பெருக்க முயன்று பார்ப்பீர்!

பாபிலோனியப் பகுதிகளில் எகிப்திய காலத்திற்கு சமமான (அதற்கு சற்று முன்னர் கூட இருக்கலாம்) காலத்தில் ஒரே சமயத்தில் கணிதவியல் பரிணமித்தது. 4000 BCE யின் போது, கணிதவியல் கருத்துருக்கள் வளர வேளாண்மை மிகவும் முக்கியக் காரணியாகத் திகழ்ந்தது. வேளாண் செயல்களில் ஈடுபட ஒரு காலண்டர் முறை தேவைப்பட்டது. இதனைக் கணித அடிப்படையில் பாபிலோனியர்கள் உருவாக்கினார்கள். ஒரு நாளை (a day) காலத்தின் அலகாக நிர்ணயிப்பதற்கு இயற்கை நிகழ்வுகள் பாபிலோனியர்களைத் தூண்டின; காலத்தின் நீண்ட அலகாக ஒரு மாதத்தையும் (month என்ற சொல் Moon என்று சந்திரனைக் குறிக்கும் சொல்லிலிருந்து தோன்றியது). ஒவ்வொரு மாதமும் அமாவாசை அன்று ஆரம்பித்தது. பின்பு பருவங்களின் (seasons) ஒரு சுழற்சியில் எவ்வளவு மாதங்கள் வருகின்றன என்பதை நிர்ணயம் செய்யும் முயற்சிகள் மேற்கொள்ளப் பட்டன. ஏறத்தாழ BCE 2000 வருடத்தில் பாபிலோனிய வருடம் 360 நாட்களை உள்ளடக்கியதாகவும், 12 மாதங்களைக் கொண்டதாகவும் நிர்ணயம் ஆனது. அவ்வப் பொழுது தேவைக்கேற்பக் கூடுதல் மாதங்கள் இடைச்செருகப்பட்டன. ஒரு நாள், மணிகளாக வும், மணிகள் நிமிடங்களாகவும், நிமிடங்கள் வினாடிகளாகவும் மேலும் பிரிக்கப்பட்டன. பின்பு, நேரத்தை அறிய சூரிய கடிகாரங்கள் (Sun dials) கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. இதன் பின்பு 7 நாட்களைக் கொண்ட வாரம் (week) என்ற கால அலகு நிர்மாணிக்கப்பட்டது. வாரத்தின் 7 நாட்களும் சூரியன், சந்திரன் மற்றும் அந்தக் காலத்தில் அறியப்பட்ட ஐந்து கோள்களான செவ்வாய், புதன், வியாழன், வெள்ளி மற்றும் சனியின் பெயர்களால் அறியப்பட்டன. BCE 2500 வருடத்தின்போது பாபிலோனியர்கள் அளவைகளுக்கான நிலையான அலகுகளைப் பயன்படுத்த ஆரம்பித்துவிட்டனர். பாபிலோனி யர்களும், பன்னிரெண்டெண்மான முறையை யும் (duodecimal system) (இது பின்னங்களைக் கண்டுபிடிக்க மிகவும் உதவும் முறையாகும்), 10 கைவிரல்களைப் பயன்படுத்தி பெறப்படும் தசம முறையையும் (decimal system) அறிந் திருந்தனர். நில அளவையின் ஆரம்பகாலச் சூத்திரங்களிலிருந்தும் எண்களிலிருந்தும் வடிவக்கணிதம் தோன்றியது.

பாபிலோனியர்களைத் தொடர்ந்து கிரேக்கர்கள் கணிதவியல் வளர்ச்சிக்குக் குறிப்பிடத்தக்க முறையில் உதவியுள்ளனர். மில்லிடஸ் நகரத்து தேலீஸ் எகிப்திற்கு விஜயம் செய்துவிட்டு வந்த பின்பு, எகிப்திய வடிவக் கணிதத்தின் அடிப்படையில் நில அளவீடு (land survey) மற்றும் இடத்தைப் (space) பற்றிய அறிவியல் போன்றவற்றைச் சீர்படுத்தி னார். பித்தக்கோரஸ் என்பவர் கணிதவியலின் முக்கியத்துவத்தை உணர்ந்து பின்வருமாறு கூறினார். ''எல்லா பொருட்களுமே எண்கள் தான்''. அவர் ஒரு தலைசிறந்த தத்துவஞானியும் மிகவும் சிறப்பான ஆனால் விநோதமான, கணிதவியல் நிபுணருமாவார். கணக்கியல் மற்றும் பூடகவியல் (mysticism) என்ற துறை

களுக்கான ஒரு வழிபாட்டு மரபையே (cult) உருவாக்கினார். பித்தக்கோரஸ் தேற்றத்தைக் கண்டுபிடித்த பெருமை இவருக்கு கொடுக்கப் பட்டுள்ளது (எனினும், பார்க்க பக்கம் *168*) வடிவக் கணிதத்தில் முதன்முதலில் தர்க்க ரீதியாக ஒன்றுக்கொன்று தொடர்புடைய பல கூற்றுகளின் தொடர்வரிசையைக் கொண்ட அனுமான அறிவியல் கருத்தைப் புகுத்தியவரும் இவர்தான். நாம் அனைவருக்கும் எண் பற்றிய கருத்துரு நன்கு அறிந்த ஒன்றாகும்; கருத்திய லான (abstract) எண்களான மூன்று அல்லது ஐந்து பற்றியும் அவை விரல்களையோ, ஆப்பிள் களையோ, நாட்களையோ அல்லது வேறு எதனையோ குறிப்பதாக இருந்தாலும், நமக்குத் தெரியும். எனினும் எண் பற்றிய ஒரு கருத்துருவை உருவாக்குவது மிகவும் கடின மாகும். அது கணிதவியலில் ஒரு மிக முக்கிய எல்லைக்கல்லை உருவாக்கி வைத்ததற்கு ஒப்பாகும்.

நில அளவை முறைகளின் வாயிலாக எகிப்தில் வடிவக்கணிதம் தோன்றியது என்பது ஏற்கனவே குறிப்பிடப்பட்டது. வடிவக் கணிதத் தின் ஆரம்ப கால வரலாற்றையும், வடிவக் கணிதத்தைப் பற்றிய விவரங்களையும் BCE *320* வருடத்தில் ரோடஸ் (Rhodes) என்ற இடத்தைச் சேர்ந்த யூடீமஸ் (Eudemus) என்பவர் தொகுத்து வழங்கியுள்ளார். எனினும், இந்த நூலின் ஒரு சில பகுதிகளே நமக்குக் கிடைத்துள்ளன. இவரைத் தொடர்ந்து வந்த அலெக்சாண்டிரி யாவைச் சேர்ந்த யூக்லிட் (Euclid) (படம் VII.1) என்பவர் தன்னுடைய **Elements** என்ற நூலில் (ஏறத்தாழ BCE 300) வடிவக் கணிதம் பற்றிய விவரங்கள் பலவற்றைச் சேர்த்து ஒழுங்கு படுத்தியுள்ளார். வடிவக் கணிதத்தைப் பற்றிய யூக்லிடின் பல கூற்றுகளுக்குத் தீர்வுகள் (Proofs) கொடுக்கப்பட வில்லை. இவரைத் தொடர்ந்து BCE இரண்டா வது நூற்றாண்டில் தோன்றிய பெர்கா நகரத்து அப்போலோனியஸ் (Apollonius of Perga) என்பவர் கணிதவியலில் ஒரு பகுதி யான கூம்பு இயலில் (conics) குறிப்பிடத்தக்க முன்னேற்றங்களைத் தோற்றுவித்துள்ளார்.

படம் VII.1. யூக்லிட்

அவர் தான் பரவளைவு (Parabola), நீள்வட்டம் (ellipse) மற்றும் இருபுற அதிவளைவு (hyperbola) போன்ற சொற்களை முதன்முதலில் பயன் படுத்தியவர். இதே காலக்கட்டத்தில் ஹீரோ (Hero) என்ற கணிதவியல் நிபுணர் முதல் மற்றும் இரண்டாம்படி நிலை (first and second degree) சமன்பாடுகளுக்கு (equations) குறிக்கணக்கியல் (algebraic) தீர்வுகள் கொடுத்துள்ளார். பரப்பளவு, கொள்ளளவு (volume) போன்றவற்றை அளக்க பல சூத்திரங்களையும் அவர் கொடுத்துள்ளார். தத்துவஞானியான அலெக்ஸாண்டிரியாவைச் சேர்ந்த டயோஃபேண்டஸ் (Diophantus) (BCE மூன்றாம் நூற்றாண்டின் இரண்டாவது பகுதி) குறிக்கணக்கியலில் மிகச் சிறந்த அறிவாளி யாவார். அவருடைய காலத்திற்கு முன்பு குறிக்கணக்கியல் வினாக்கள் அனைத்தும் வடிவக் கணிதவியல் மூலமாகவோ அல்லது காரண (reason) விளக்க வார்த்தைகளின் மூலமாக வோ தீர்க்கப்பட்டன. ஆனால் டயோஃபேண் டஸ், சமன்பாடுகளில் தொடர்ந்து வரும் பரிமாணங்களுக்கும் (quantities) செயல்முறை களுக்கும் (operations) சுருக்கங்களை (abbrevia-tions) உபயோகித்தார். எடுத்துக்காட்டாக, ஒரு பரிமாணத்திற்கு a என்ற எழுத்தையும்

படம் VII.2. ஃபூரியர்

இன்னொன்றுக்கு b என்ற எழுத்தையும் பயன் படுத்தும்போது கணித சமன்பாடுகள் எளிமை யாகின்றன. அவருடைய **Arithmetica** என்ற படைப்பு குறிக்கணக்கியலைக் கணிதவியலின் தனிப் பிரிவாகக் கருத ஒரு தொடக்கமாக அமைந்தது.

CE 15 ஆம் நூற்றாண்டின் தொடக்கம் வரை கிரேக்க, உரோமானிய, எகிப்திய மற்றும் ஐரோப்பிய நாடுகளில் கணித அறிவியல் ஏறத்தாழ இருட்டில் இருந்தது; ஆனால் இந்தக் காலக்கட்டத்தில் இந்தியாவிலும் அராபியா விலும் மிகவும் சிறப்பாக இருந்தது (பார்க்க, பக்கம் 168) : இந்தியாவில் பல புதிய ஆய்வுகள் மேற்கொள்ளப்பட்டன; அராபியாவில் கணித வியல் நூல்கள் பல அராபிய மற்றும் பெர்சிய மொழியில் மொழிபெயர்க்கப்பட்டன. **Elements** என்ற யூக்லிடின் நூல் முதலில் கிரேக்கத்தி லிருந்து அராபிய மொழியிலும், பின் அராபிய மொழியிலிருந்து இலத்தீனுக்கும் [CE 1120 ஆம் ஆண்டு அடெல்ஹார்டு (Adelhard) என்ற ஆங்கிலேய பாதிரியார் மொழி பெயர்த்தார்], அதன் பின் இலத்தீனிலிருந்து ஆங்கிலத்திற்கும் மொழிபெயர்க்கப்பட்டது. ஜான் டீ (John Dee) (1527-1608) *1570ஆம் ஆண்டு* இந்நூலின் ஆங்கில மொழிப் பெயர்ப்புக்கு மிகச் சிறந்த முகவுரை ஒன்றை எழுதினார். *12 மற்றும் 13ஆம் நூற்றாண்டுகளில்,* அராபிய எண்முறை ஐரோப்பாவிலும் மற்ற பகுதிகளிலும் மெதுவாக ஆனால் பரவலாகப் பயன்படுத்த ஆரம்பிக்கப்பட்டு அவை நிலைத்து நின்றன. *14ஆம் நூற்றாண்டுக்குள்* அராபிய எண்முறை முற்றிலும் வழக்கத்திற்கு வந்துவிட்டது. பைசா (Pisa) நகரத்தைச் சேர்ந்த இலியோனார்டோ (Leonardo) எழுதிய **Liber Abnaci** (CE 1202) என்ற நூல் பல எளிய மற்றும் இருபடிச் சமன்பாடு களுக்கு (simple and quadratic equations) அராபிய கணிதவியல் நிபுணர்களிடம் இருந்து பெறப் பட்ட தீர்வுகளை அராபிய எண்முறையைப் பயன்படுத்தி கொடுத்துள்ளது. இத்தாலியைச் சேர்ந்த ஃபிரையர் லூக்கா பாசியோலி (Friar Luca Pacioli) என்பவர் *1494ஆம் ஆண்டு* கூட்டல் (plus), கழித்தல் (minus) போன்ற வார்த்தைகளுக்குச் சுருக்கக் குறியீடுகளைக் கொடுத்தார். மைக்கேல் ஸ்டைஃபெல் (Michael Stifel) (1486-1567) தெரியாத பரிமாணங்களுக்கு (unknown quantities) எழுத்துக்களைத் தன்னிச்சையாக (arbitrarily) குறியீடுகளாகக் கொடுத்துள்ளார். எடுத்துக் காட்டாக X^3 என்ற பரிமாணத்திற்கு C என்ற எழுத்தையும், X^2 என்பதற்கு Z என்ற எழுத்தை யும், X என்பதற்கு R என்ற எழுத்தையும் பயன்படுத்தியுள்ளார். *1533ஆம் ஆண்டு* இரீஜியோமான்டானஸ் (Regiomontanus) **De Triangulis** என்ற மிகச் சிறந்த முக்கோணவியல் (Trigonometry) நூலை எழுதியுள்ளார். ஃபிராங்கோய்ஸ் வீட்டே (Francois Viete) (Vieta என்றும் அழைக்கப்பட்டவர்) *(1540)-1603)* என்ற பிரான்ஸ் நாட்டு கணிதவியலார் **In Artem Analyticam Isagoge** என்ற குறிக்கணிதவியல் நூலை எழுதினார். இதில் குறியீடுகளின் பயன்பாட்டு எண்ணிக்கையைக் கூடிய அளவு குறைத்தார். முக்கோணவியலில் கோண அளவியல் (Goniometry) என்ற பிரிவை நிறுவினார். டேகார்ட் *(1596-1650)* மற்றும்

பெர்மாட் (Fermat) (1601-1665) ஆகிய இருவரும் குறிக்கணிதவியல் செயல் முறைகளை வடிவக் கணிதத்தில் புகுத்த பெருமுயற்சி செய்தனர். இதன் விளைவாக எழுந்ததுதான் ஆயத்தொலை வடிவக்கணிதம் (co-ordinate geometry); இதில் சமன்பாடுகள் குறிக்கணிதவியல் முறையில் விவரிக்கப்பட்டு, வடிவ கணிதவியல் முறையில் விளக்கப்பட்டுள்ளன. இதன் காரணமாக அதுவரை தீர்வு காணப்படாமல் இருந்த கடினமான பல கணிதவியல் வினாக்களுக்குத் தீர்வுகள் பெறப்பட்டன. டேகார்ட் 1637ஆம் ஆண்டு எழுதிய **La Geometrie** என்ற வடிவ கணிதவியல் படைப்பு (இது அவருடைய **Discours de la Methode** என்ற நூலின் இணைப்பாகும்) நியூட்டனால் படிக்கப்பட்டு, அதில் உள்ள செயல்முறைகள் அவரால் பயன்படுத்தப்பட்டன என்பது இங்கு குறிப்பிடத்தக்கது. இந்தப் படைப்பு மூன்று தொகுதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது; இவற்றில் முதல் இரண்டும் பகுமுறை வடிவக் கணிதவியல் (analytical geometry) பற்றியும் மூன்றாவது தொகுதி சமன்பாடுகள் சார்பான கொள்கை பற்றியும் விளக்குகின்றன. பெர்மாட்டும் அவருடைய காலத்தில் வாழ்ந்த பாஸ்கலும் தான் நிகழ்தகவு (Probability) பற்றிய கணிதவியல் கொள்கையை உருவாக்கியவர்கள்.

தற்பொழுது எளிய எண்கணிதத்திலும், குறிக்கணிதவியலிலும் வழக்கத்திலுள்ள பெரும்பாலான செயல்முறை மற்றும் இதரக் குறியீடுகள் 16 மற்றும் 17ஆம் நூற்றாண்டுகளில் முதன்முதலில் பயன்படுத்தப்பட்டவைகளாகும். அதற்கும் முன்னால் பல்வேறுபட்ட குறியீடுகள் வழக்கத்திலிருந்ததால் குழப்பங்கள் மிகுந்து காணப்பட்டன. கூட்டலுக்கான குறியீடான (+) மற்றும் கழித்தலுக்கான (-) ஆகிய இரண்டும் யோகான்னஸ் விட்மான் (Johannes Widman) என்பவர் 1489ஆம் ஆண்டில் எழுதிய எண்கணித நூலில் வணிகக் குறியீடுகளாகக் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளன; எனினும் இவை 16ஆம் நூற்றாண்டின் ஆரம்பத்திலிருந்துதான் பொதுவான பயன்பாட்டிற்கு வந்தன. சமத்தன்மைக்கான குறியீடான = முதன்முதலில் 1557ஆம் ஆண்டு இராபெர்ட் இரிகார்டு (Robert Recorde) என்பவரால் முன்மொழியப்பட்டது. பெருக்கலுக்கான x என்ற குறியீட்டை 1631ஆம் ஆண்டு ஔடிரெட் (Oughtred) என்பவர் தன் நூலான **Clavis Mathematicae** வில் முதன்முதலில் பயன்படுத்தியுள்ளார். முதன்முதலாக புள்ளியை (dot) பெருக்கல் குறியீடாகப் பயன்படுத்தியவர் இலெய்ப்னிஸ் ஆவார். வகுத்தல் குறியான ÷ 1659ஆம் வருடம் முதலில் ஸ்விட்சர்லாந்து நாட்டைச் சேர்ந்த J.H. இரான் (J.H.Rahn) என்பவராவர். ஒன்றைவிட அதிகமான (பெரிய) (>) மற்றும் குறைந்த (சிறிய) (<) என்பதற்கான குறியீடுகள் 17ஆம் நூற்றாண்டில் ஹாரியட் (Harriot) என்பவரால் வழக்கத்திற்குக் கொண்டு வரப்பட்டன. குறிகணித பரிமாணங்களின் தன்பெருக்கக் குறியீட்டு எண்களைக் குறிக்கும் வெவ்வேறு முறைகள் தற்கால அடுக்குக் குறியீடுகள் (index notation) முறையாக வளர்வதற்கு முக்கியக் காரணம் 1637ல் டேகார்ட் மேற்கொண்ட முயற்சிகள்தான். வடிவக் கணிதத்தில் பயன்படுத்தப்பட்டு வரும் படங்களைப் போன்ற பல குறியீடுகளான ⊙, Δ, □, போன்றவை பண்டைய காலத்திலிருந்தே அழியாமல் பயன்படுத்தப்பட்டு வருபவையாகும். இவற்றை மீண்டும் பயன்படுத்தப்படும் வகையில் முயற்சிகள் மேற்கொண்டவர்களில் மிக முக்கியமானவர் 17ஆம் நூற்றாண்டைச் சேர்ந்த ஔடிரெட் ஆவர்.

தசம (= பதின்மான்) பின்னங்களைக் (decimal fractions) குறிக்கும் குறியீடுகள் ஒரு வியக்கத்தக்க வரலாற்றைக் கொண்டுள்ளன. எடுத்துக்காட்டாக, 0.3469 என்ற தசம பின்னம் சைமன் ஸ்டீவின் (Simon Stevin) என்பவரால் 1585ஆம் ஆண்டு பின்வருமாறு எழுதப்பட்டது: 3(1)4(2)6(3)9(4) அல்லது $3^{I}\ 4^{II}\ 6^{III}\ 9^{IIII}$. வீட்டா இதையே, 3469, 3469 என்று எழுதினார். எனினும், நேப்பியர் (Napier) 1617ஆம் ஆண்டு தற்போது பயன்படுத்தப்படும் முறையைக் கடைப்பிடித்தார்; அதாவது தசம பின்னங்களுக்கு முன்பு ஒரு புள்ளியை வைத்தல் (=.3469)

மடக்கைகள் (logarithms) 17ஆம் நூற்றாண்டில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. இவை பெருக்கல் மற்றும் வகுத்தல் ஆகிய இரண்டையும் முறையே கூட்டலாகவும் கழித்தலாகவும் குறைத்து, வர்க்கமூலத்தை எளிய வகுத்தலாகப் பிரித்தெடுக்க (extraction) உதவின. மடக்கைகளைத் தனித்தனியாக ஸ்காட்லாந்து நாட்டின் ஜான் நேப்பியரும் *(1550-1617)*, ஸ்விட்சர்லாந்து நாட்டின் யூஸ்ட் புர்ஜி (Joost Burgi) என்பவரும் கண்டுபிடித்திருக்கலாம் என்று நம்பப்படுகிறது. நேப்பியர் ***Mirifici Logarithmorum Canonis Descriptio*** (1614) என்ற நூலையும் ***Mirifici Logarithmorum Canonis Constructio*** (1619) என்ற நூலையும் எழுதினார். யூஸ்ட் புர்ஜி, நேப்பியர் ஆகியோரைத் தொடர்ந்து மடக்கைகள் பற்றிய அறிவை மேலும் வளர்ச்சி அடையச் செய்தவர்கள் ஹென்றி பிரிக்ஸ் (Henry Briggs) (1561-1631) *(இவர் **Arithmetica Logarithmics** என்ற நூலை 1624ஆம் ஆண்டு எழுதியவர்)* என்பவரும் ஆட்ரியன் விளாக் (Adrian Vlacq) *(1628)* என்பவரும் ஆவர்.

நுண்ணெண் கணிதம் (infinitesimal calculus) கெப்லர் மற்றும் காசலீரி (Casalieri) ஆகியோரின் யோசனைகளின் அடிப்படையில் நியூட்டன் மற்றும்இலெய்ப்னிஸ் ஆகிய இருவராலும் வெவ்வேறு வடிவத்தில் தனித்தனியாக ஒரே நேரத்தில் 17ஆம் நூற்றாண்டில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இருவரும் வெவ்வேறு குறியீடுகளை நுண்ணெண் கணிதத்தில் பயன்படுத்தியுள்ளனர். இலெய்ப்னிஸைத் தொடர்ந்து பிரான்ஸ் நாட்டில் நுண்ணெண் கணிதம் மேலும் வளர்ச்சியுற்றது. ஆனால் நியூட்டனைத் தொடர்ந்து இங்கிலாந்தில் எவரும் நுண்ணெண் கணிதத்தில் ஈடுபாடு காட்டவில்லை. ஃபிரான்ஸிஸ் பெர்னௌலி (Bernouille) இந்தத் துறையை மேலும் வளர்த்தார். இதன் காரணமாக நியூட்டன் பயன்படுத்திய குறியீடுகள் செயலிழந்து இலெய்ப்னிஸ் பயன்படுத்திய குறியீடுகள் நிலைத்து நின்றன. பெர்னௌலி இத்துறையைத் தற்கால கணிதவியலின் அடிப்படையாக மாற்றினார் என்பது குறிப்பிடத்தக்கது. நியூட்டன் தன்னுடைய இயல்பியல் வினாக்களை வகைக்கெழுச் சமன்பாடுகளாக (differential equations) சித்தரித்து அவற்றிற்கு விடைகாண முயன்று வெற்றியும் பெற்றார். மேலும் நியூட்டன் ஈருறுப்புத் தொடர் தேற்றத்தையும் (Binomial theorem), சமன்பாடுகளைப் பற்றிய பல்வேறு கொள்கையடிப்படைகளையும் நிறுவியது மட்டுமல்லாமல் எழுத்துக் குறிகாட்டிகளையும் *(=எழுத்தடைவுகள்)* (literal indices) முதன்முதலில் அறிமுகப்படுத்தினார். இயக்கவியல் மற்றும் வானியல் துறைகளின் அடிப்படையான கணிதவியல் கொள்கைகளைப் பற்றி ஆய்வு செய்ததோடு அல்லாமல் சந்திரக் கொள்கையையும் (lunar theory) உருவாக்கினார். நீர்ம இயக்கவியல் (Hydrodynamics) துறையை நிறுவியதோடு நிலை நீர்மவியல் (Hydrostatics) துறையையும் மேம்படுத்தினார்.

*18*ஆம் நூற்றாண்டில் டெய்லர் (Taylor) (1715) மற்றும் மக்லாரின் (Maclaurin) (1698-1746) ஒருசில கணித தொடரணிகளை (mathematical series) எப்படி விரிவாக்குவது என்பது பற்றியும் அவற்றை எப்படி அதிர்வுறும் கம்பிகள் (vibrating strings) பற்றிய கொள்கையிலும் மற்றும் வானியலிலும் பயன்படுத்தலாம் என்பது பற்றியும் எடுத்துக் கூறினர். யூலர் (Euler) (1707-1783) பகுப்பாய்வில் புதிய துறைகளை உருவாக்கி, கணிதவியலின் பல்வேறு பிரிவுகளில் மாற்றங்களையும் மேம்பாடுகளையும் தன்னுடைய நூல்கள் மூலம் ஏற்படுத்தினார். ஜோசப் லூயி இலாக்ராங்கே *(1736-1813) 18*ஆம் நூற்றாண்டின் மிகச்சிறந்த கணிதவியல் அறிஞர் ஆவார். அவர் முழுவதும் கொள்கை ரீதியான கணிதவியல் துறையில் முழு ஈடுபாடு கொண்டிருந்தார். அவர் மாறுபாட்டு நுண்ணெண் கணிதத்தை (calculus of variations) உருவாக்கினார். இதன் மூலம் வகைக்கெழு சமன்பாடுகள் பற்றிய கணிதத்துறையை ஒழுங்குபடுத்தினார். இயக்கெந்திரவியல் துறைக்கு அவருடைய வகைக்கெழு சமன்பாடுகள் ஒரு புதிய பொதுத் தன்மையையும் முழுமையையும் கொடுத்தன. இந்தச் சமன்பாடுகள் இயக்கெந்திரவியல்

கொள்கையைப் பொதுவான சூத்திரங்களாக குறைத்து, அவற்றிலிருந்து தனித் தனியாக ஒவ்வொரு கணித வினாவுக்கும் தீர்வு காண குறிப்பிட்ட சமன்பாடுகளைப் பெற வழி கோலின. பியரி சைமன் இலாப்லாஸ் *(1749-1827)* நியூட்டனின் இயல்பியல் ஆய்வுகளுக்கு மேலும் பல கணிதவியல் தீர்வுகள் மூலம் ஆதாரங்கள் கொடுத்தார். அவருடைய நூலான ***Mechanique Celeste*** (1799-1805), நியூட்டனின் ***Principia*** வின் சாரத்தை நுண்ணெண் கணித மொழியில் மாற்றி, நியூட்டனின் படைப்பை எல்லா விதத்திலும் முழுமையாக்கியது.

19ஆம் நூற்றாண்டில் கணிதவியலில் பல புதிய துறைகள் தோன்றின. இவற்றில் மிக முக்கியமானவை எண் கொள்கை (Number theory) (இது ஃபெர்மாட்டின் படைப்புகளோடு துவங்கியது), வடிவங்கள் மற்றும் குழுக்கள் பற்றிய கொள்கைகள் (Theories of forms and groups), முக்கோணவியலில் பன்மடி காலவாடிச் சார்பயன்கள் பற்றிய கொள்கைகள் (Theory of Functions of Multiple Periodicity) மற்றும் சார்பயன்கள் பற்றிய பொதுக் கொள்கை (General Theory of Functions) போன்றவையாகும். தொகுப்பு (synthetic) மற்றும் பகுப்பு (analytica) ஆய்வு முறைகள் ஒரு புதிய வடிவகணிதவியல் துறையை உருவாக்கியது. 1830ஆம் ஆண்டு யூக்லிட்-தவிர்த்த வடிவக்கணிதம் (non-Euclidean geometry) தொடங்கப்பட்டு, 20ஆம் நூற்றாண்டு தொடக்கத்திற்குள் சீராக்கப்பட்டது. இவற்றில் புதிய கணிதவியல் துறைகள் பெரும்பாலான இயல்பியல் வினாக்கள் பலவற்றிற்குத் தீர்வு காண உதவின. 1822ஆம் ஆண்டு ஃபூரியர் (Fourier) (படம் VII.2) தன்னுடைய ***Theorie analytique de la chalelur*** என்ற படைப்பை உருவாக்கினார். இதில் தொடர்ச்சியானதோ அல்லது தொடர்ச்சியற்றதோ ஆன ஒரு மாறியின் ஒரு சார்பயனை (function) பன்மடித் தொடரணி நீடெதிரத் தகவுகளாக விரிவாக்கம் செய்யலாம் என்று எடுத்துக் காட்டினார். இலாக்ராங்கே மற்றும் இலாப்லாஸின் படைப்புகளைக் காஸ் (Gauss) என்பவரும் மேலும் சீராக்கி மின்சாரம் பற்றிய தன்னுடைய ஆய்வு முடிவுகளைப் பெற பயன்படுத்தினார். அளவீட்டில் உள்ள தவறுகள் பற்றிய கொள்கையையும் அவர் உருவாக்கினார். இலாக்ராங்கே இயக்கவியலில் பயன்படுத்திய வகைக்கெழு சமன்பாடுகளை ஹாமில்டன் (Hamilton) (1805-1865) மேலும் விரிவுபடுத்தினார். யூக்லிடின் வடிவக்கணிதத்தை சக்கேரி (Saccheri) (1773), இலபாட்சீவ்ஸ்கி (Labatchewski) (1826, 1840), காஸ் *(1831, 1846)* போல்யாய் (Bolyai) (1954) போன்றோர் மேலும் விரிவுபடுத்தினர். யூக்லிட்-தவிர்த்த வடிவக் கணிதத் துறைக்கு இரீமான் (Riemann) (1844) கேய்லீ (Cayley), பெல்டிராமி (Beltrami), ஹெல்ம் ஹோல்ட்ஸ், கிளைன் (Klein) மற்றும் விட்ஸ்ஹெட் (Whitshead) போன்றவர்கள் மேலும் விவரங்களை சேர்த்தனர். யூக்லிட் - தவிர்த்த வெளியின் (non-euclidean space) பண்புகளைக் கணிதவியல் மூலமாக நிர்ணயிக்கலாம் என்றும், அந்த வகையான வெளி நம்முடைய புலன்களுக்குத் தெரிந்தாலோ தெரியாமலோ இருந்தால்கூட இது சாத்தியமானது என்றும் மேற்கூறியவர்களின் படைப்புகள் எடுத்துக்காட்டின. இந்த ஆய்வுகள் அனைத்தும் ஆல்பர்ட் ஐன்ஸ்டீன் தன்னுடைய சார்புக் கொள்கையை உருவாக்க பெரும் பங்காற்றின என்பது குறிப்பிடத்தக்கது.

3) அளவையியல்

மனித இனம் எவ்வளவு பழமையானதோ அவ்வளவு பழமையானது அளவையியலும். பாபிலோனியா, எகிப்து, கிரீஸ், உரோம், அராபியா மற்றும் இந்தியாவில் அளவையியல் வளர்ந்திருந்ததற்கான ஆதாரங்கள் பல உள்ளன. BCE 2500க்கு முன்பே பாபிலோனியர்கள் அரசக் கட்டளைப்படி குறிப்பிட்ட அளவையியல் அலகுகளைப் பயன்படுத்தினர். அவர்கள் நீளத்திற்காக பயன்படுத்திய அலகு விரல் (finger) ஆகும்; இது 1.6 செ.மீ. அல்லது 2/3 அங்குலமாகும். ஒரு அடி (foot) 20 விரல்கள் கொண்டது; ஒரு கூபிட் (Cubit) 30 விரல்கள் கொண்டது. ஒரு கழி (Pole) 12 கூபிட்களும், ஒரு அளவையாளரின் கயிறு (Cord) 120 கூபிட்களையும், ஒரு லீக் (league)

180 கயிறுகளையும் (அதாவது 6.65 மைல்கள்) கொண்டது என்றும் அவர்களுடைய அளவை யியல் விளக்குகிறது. எடையைப் பொறுத்த வரை, ஒரு தானியம் (grain) 0.046 கிராம்களை யும், ஒரு ஷீகெல் (Shekel) 8.416 கிராம்களையும், ஒரு டேலன்ட் (talent) 30.5 கி.கி. அல்லது $67^{1/3}$ பவுண்டுகளையும் கொண்டவை. மேலே குறிப்பிட்ட நாடுகளில் பயன்படுத்திய அளவை யியல் முறையும், அலகுகளும் பாபிலோனிய முறையிலிருந்து சற்றே அல்லது மிகவும் வேறுபட்டதாக இருந்தன. (இந்திய அளவை முறையைப் பற்றிய விவரங்களுக்கு 168 பக்கம் பார்க்கவும்).

எடைகளிலும் அளவைகளிலும் நாடு களிடையே காணப்பட்ட அதிக அளவு வேறுபாடுகள் அதிக பாதிப்புகளை ஏற்படுத்திய தால் (இன்றும் ஏற்படுத்திக் கொண்டிருக் கின்றன) ஒரு பொதுவான அளவை முறை தேவைப்பட்டது. இந்த அடிப்படையில் தோன்றியது தான் பிரான்ஸ் நாட்டு தசம அல்லது பதின்மான முறை. 1799ஆம் ஆண்டு பிரான்ஸ் அரசினால் அங்கீகரிக்கப்பட்ட இந்த முறை 1812ஆம் ஆண்டு நடைமுறைக்கு வந்தது; 1820ஆம் ஆண்டு கட்டாயமாக்கப்பட்டது. இந்த முறைப் படி நீளத்தின் அடிப்படை அலகு மீட்டர் (metre) ஆகும். பாரிஸ் நகரம் வழியாக செல்லும் புவியின் இரு அச்சுகளும், ஒன்றை ஒன்று வெட்டுவதால் ஏற்படும் நான்கு கால்வெட்டுப் பகுதிகளில் (Quadrant) ஒன்றின் பத்து மில்லியன் பங்கில், ஒரு பங்கு நீளம் 0^0C யில் ஒரு உலோகக் கம்பியில் இரண்டு அடையாளங்களுக்கிடை யில் உள்ள நீளமாகக் குறிக்கப்பட்டு அதுவே மீட்டரின் அடிப்படை யாக வைத்துக் கொள்ளப்பட்டது. பூமியின் கால்வெட்டுப் பகுதியின் அளவு பின்னால் சரியாக நிர்ணயம் செய்யப் பட்டும் கூட, இந்த உலோகக் கம்பியில் குறிக்கப்பட்ட நீள அளவு தான், ஒரு மீட்டராக நிலைத்து நின்றது என்பது இங்கு குறிப்பிடத்தக்கது. பரிமாணத்தின் அலகாக லிட்டர்(litre) ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்டது. முதன்முதலில் ஒரு லிட்டர் என்பது ஒரு டெசி மீட்டர் (decimeter) பக்கவாட்டு நீளம் கொண்ட ஒரு கனசதுரத்திற்கு சமமானது என்று நிர்ணயிக்கப்பட்டாலும், இதில் உள்ள இடர்ப்பாடுகளை மனதில் கொண்டு 1901ஆம் ஆண்டு ஒரு லிட்டர் என்பது ஒரு அட்மாஸ்பியர் (atmosphere) வாயுமண்டல அழுத்தத்தில் 4^0C வெப்பநிலையில் அதன் அதிகபட்ச அடர்த்தி யில் ஒரு கிலோகிராம் நீரின் கொள்ளளவு எனக் கொள்ளப்பட்டது. பொருண்மையின் அலகாக கிலோகிராம் கொள்ளப்பட்டது. 4^0C வெப்ப நிலையில் ஒரு கனடெசி மீட்டர் நீரின் பொருண்மை ஒரு கிலோகிராம் ஆகும். நேரத்தின் அடிப்படை அலகு வினாடி ஆகும். இது ஒரு சராசரி சூரிய நாளின் 1/86400 பகுதியாக ஏற்றுக்கொள்ளப் பட்டுள்ளது.

1822ஆம் ஆண்டு அடிப்படை அலகு களின் அடிப்படையில் இரண்டாம் நிலை (secondary) அல்லது பெறப்பட்ட (derived) அலகுகளைப் ஃபூரியர் நிர்ணயிக்கும்போது அவை வேறு பரிமாணங்களைப் பெறும் என்பதைச்சுட்டிகாட்டினார். எடுத்துக்காட்டாக, நாம் நீளத்தை L என்றும், பொருண்மையை M என்றும் நேரத்தை T என்றும் குறிப்பிட்டால், திசைவேகத்தின் (velocity) (V) பரிமாணம், அதாவது ஒரு அலகு நேரத்தில் சேர்க்கப்பட்ட நீளம், L/T அல்லது LT^{-1} ஆகும். முடுக்கத்தின் (acceleration), அதாவது ஒரு அலகு நேரத்தில் சேர்க்கப்பட்ட திசைவேகத்தின், பரிமாணம் V/T அல்லது L/T^2 அல்லது LT^{-2} ஆகும். விசை (force) என்பது பொருண்மை X முடுக்கம், அல்லது MLT^{-2}; அதேபோன்று வேலை (work) என்பது ML^2T^{-2} ஆகும். 1870இல், சென்டிமீட்டரையும் (1/100 மீட்டர்) (C), கிராமையும் (1/1000 கிலோகிராம்) (G), வினாடியையும் (S) அறிவியல் அளவைகளுக்காக மூன்று அடிப்படை அலகுகளாக ஏற்றுக்கொள்வதாக சர்வதேச ஒப்புதல் ஒன்று அடையப்பட்டது. இந்த அளவை முறை CGS முறை என்று பெயரிடப் பட்டது. ஆனால், இன்றும் அளவையில் பல்வேறு அலகுகள் பயன்படுத்தப்படுவது வழக்கத்தில் உள்ளது.

3) கணிதவியல் மற்றும் அளவையியல் பற்றிய இந்திய வரலாறு

அ] வேதகாலத்திற்கு முந்திய காலம்

சிந்து சமவெளி நாகரிக மக்கள் மிகச் சிறந்த அளவை முறைகளைப் பெற்றிருந்தனர் என்பதற்கு ஆதாரங்கள் உள்ளன. அவர்களுடைய நகரமைப்புத் திட்டமிடுதலுக்கும், கட்டிடவியல் திறமைகளுக்கும் சிறந்த அளவை முறைகள் தேவைப்பட்டன. அவர்கள் பயன்படுத்தியதாக நம்பப்படும் எடைக்கான அலகு உன்சியா (Uncia) (= 27.2 கிராம்) எனப்பட்டது. அவர்கள் நீளத்திற்கான அலகாக சிந்து அங்குலத்தைப் (Indus inch) பயன்படுத்தினர். இது இரண்டு சுமேரிய சுஷிக்கு (Sumerian shushi) சமமாகும். 25 சிந்து அங்குலங்கள் முகலாய காலத்தில் பயன்படுத்திய ஒரு கஜத்திற்கு (Yard) சமமாகும். எண்கள் செங்குத்துக் கோடுகளாக குறிக்கப்பட்டன.

ஆ] வேதகாலம்

வேத காலத்தில் கணிதவியல் மிகவும் சிறப்பாக வளர்ந்தது. எனினும் பல நூலாசிரியர்கள் வேத கணிதவியலுக்கு (vedic mathematics) சொந்தமில்லாத பல கணிதவியல் கண்டுபிடிப்புகளை எடுத்துக் கூறியிருப்பது, உண்மையிலேயே வேதகணித கண்டுபிடிப்புகளையும் ஐயங்கொள்ளும் படியாக அமைந்திருப்பது வருந்தத்தக்கது. உண்மையான வேத கணிதவியல் படைப்புகள் ***Shulva sutra*** (***sulba sutra*** என்றும் அழைக்கப்படும்), ***Baudhayana sutra, Aphastambha sutra, Yajurveda samhita, Taittiriya samhita*** மற்றும் ***Vajasneyi samhita*** போன்ற நூல்களில் காணப்படுகின்றன. ***Shulva sutra*** (ஏறத்தாழ BCE 1500) என்ற நூல், அதன் பெயருக்கு ஏற்ப, அளவைகளுக்கான விதிகளை எடுத்துக் கூறுகிறது. நீளங்கள் கயிறுகள் கொண்டு அளக்கப்பட்டன. இதன் காரணமாகவே பிற்காலத்தில் கயிறுகளுக்கு Shulva என்ற பெயர் கொடுக்கப்பட்டது என்பது இங்கு குறிப்பிடத்தக்கது. இந்தச் சூத்திரங்கள் BCE 8வது நூற்றாண்டுகளுக்கு முன்பிருந்தே வழக்கத்திலிருந்திருக்க வேண்டும். வடிவக் கணிதம், எண்கணிதம் ஆகியவற்றைப் பற்றிய கணிதவியல் கருத்துக்கள் புனித சடங்குகள் செய்வதற்கான நடைமுறைச் செயல்களிலிருந்து, குறிப்பாக யாகங்கள் செய்வதற்கான மேடைகள் தயாரிப்புச் செயல்களிலிருந்து, தோன்றின என்பதற்கு ஆதாரங்கள் பல உள்ளன. யூக்லிட்டின் ***Elements*** (தேற்றம் எண் 47) போன்று ***Shulva sutra*** வில் பித்தக்கோரஸ் தேற்றம் காணப்படுகிறது; ஆனால் அதற்கு நிரூபணம் (proof) கொடுக்கப்படவில்லை. இதன் காரணமாக இந்தத் தேற்றம் பித்தக்கோரஸ் தேற்றம் என்பதற்குப் பதிலாக சுல்வா தேற்றம் (Shulva theorem) என்று சரியாக அழைக்கப்பட வேண்டும். சிசரோ (Cicero) (ஏறத்தாழ BCE 50) என்பவர்தான் முதன்முதலில் இந்தத் தேற்றத்தை பித்தக்கோரஸ் என்பவர் எழுதினார் என்று கூறியவர்; இவர் இவ்வாறு கூறும்போது பித்தக்கோரஸ் இறந்து ஐந்து நூற்றாண்டுகள் கடந்துவிட்டன என்பது இங்கு குறிப்பிடத் தக்கது.

Shulva sutra வில் இருபடிச்சமன்பாடுகள், முடிவுபெறா சமன்பாடுகள் (indeterminate equations), பகுபடா எண்கள் (surds) (=முருட்டெண்), முடிவுபெறா (=கூறுபடா) எண்கள் (irrational numbers) மற்றும் அவற்றின் ஏறத்தாழ மதிப்புகள் போன்றவற்றைப் பற்றியும் விளக்கங்கள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. எடுத்துக் காட்டாக, 19ஆம் நூற்றாண்டு வரை தீர்வு காணமுடியாத ஒரு வட்டத்தைச் சதுரமாக்கும் (squaring the circle) (இதில் இரண்டின் பரப்பளவும் ஒன்றாக இருக்கவேண்டும்) வினா (problem) இந்த நூலில் ஆய்வுக்கு எடுத்துக் கொள்ளப்பட்டுள்ளது குறிப்பிடத்தக்கது. ஒரு அலகு ஆரம் (radius) கொண்ட ஒரு வட்டத்தின் பரப்பு π (அதாவது πr^2) என்பதால் π (அதாவது πr^2) அளவு பரப்பு கொண்ட ஒரு சதுரத்தை உருவாக்க வேண்டும். ஆனால் πன் மதிப்பு முடிவுபெறாத எண்ணான 3.14159... என்பதால், சதுரமாக்குதல் கடினம். எனினும் π மற்றும் $\sqrt{2}$

ஆகிய முடிவுபெறா எண்களுக்கான ஏறத்தாழ மதிப்புகள் மதிப்புகள், நிரூபணம் இல்லா விடினும் பண்டைய இந்திய கணிதவியல் வல்லுநர்களுக்குத் தெரிந்திருந்தது. எடுத்துக் ©°Ë v °©, ***Shulva sutra*** √2ன் மதிப்பாக 1+1/3+1/(3x4x34) என்று குறிப்பிட்டிருப்பது இங்கு நினைவு கூரத்தக்கது.

Baudhyana sutra வும் ***Aphastamba sutra*** வும் கிருஷ்ண யஜுர் வேதத்தை சேர்ந்தவை. தற்பொழுது டயோஃபேண்ட் சமன்பாடுகள் (Diophant equations) என்று பொதுவாக அழைக்கப்படும் முதல்நிலை முடிவுபெறா சமன்பாடுகள் (first degree indeterminate equations) பற்றி இந்த நூல்கள் விளக்குகின்றன. எனினும் இந்த கிரேக்க கண்டுபிடிப்பு இந்திய கண்டு பிடிப்பிற்கு வெகுகாலம் கழித்து தோன்றியது. இதேபோன்று 'பூஜ்யம்' (Zero) கண்டுபிடிப்பு வேதகாலத்தைச் சார்ந்தது; எண்களைத் தசம முறைப்படி (=பதின்மான முறைப்படி) எழுது வதும் வேதகால கண்டுபிடிப்புதான். ***Yajurveda samhita, Taittiriya samhita*** மற்றும் ***Vajasneyi samhita*** போன்ற படைப்புகள் மிகப்பெரிய எண்களைப் பதின்மான முறைப்படி 10ன் மடங்குகளாக கூறியுள்ளன. இவற்றில் மிகப் பெரியதாக 10^{19} வரை குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது. 10 என்பது தசம் (dasa), 10^2 சதம் (sada), 10^3 சகஸ்ரம் (sahasra), 10^4 ஆயுதம் (ayuta), 10^5 நியூதம் (niyuta) என்றும் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளன.

சமண கணிதவியல் அறிஞர்கள் 10^{27} வரையிலும், புத்த கணிதவியல் அறிஞர்கள் 10^{58} வரையிலும் குறிப்பிட்டுள்ளனர். 27 போன்ற எண்கள் தனியாக பெயரிட்டு சப்தவிம்சதி (Saptavimsati) என்று அழைக்கப்பட்டாலும், எண்களை பதின்மான முறையிலும் எழுதினர். எடுத்துக்காட்டாக, 972 என்ற எண் 1000க்கும் 28 எண்கள் குறைவு என்று கருதி 10^3-ல் 28 குறைவு என்று சுட்டிக்காட்டினர். பின்ன எண்கள் பற்றியும் சம்ஹித நூல்களில் கூறப்பட்டுள்ளனঃ அரை (½) என்பது அர்தா (ardha) என்றும், கால் (¼) பாதா (pada) என்றும், அரைக்கால் (1/8) என்பது சாபா (sapa) என்றும், காலரைக்கால் (1/16) என்பது காலா (kala) என்றும் குறிப்பிடப் பட்டுள்ளன. ***Taittriya samhita*** யில் 1, 3, 5, 7, 9..., 2, 4, 6, 8, 10..., 4, 8, 12, 16, 20..., 5, 10, 15, 20, 25... போன்ற படிமுறை எண்வரிசைகள் (Progressive arithmetic series) பற்றியும் விளக்கப்பட்டுள்ளன. 1200 ஆண்டுகளுக்கு முன்பு (ஏறத்தாழ CE 800 ஆம் ஆண்டு) பாக்தாத் நகரின் அப்துல்லா அல் மன்சூர் (Abdullah Al Mansur) என்ற இரண்டாம் அப்பாசிட் காலிஃப் (Abbasid Caliph) ஏற்பாடு செய்த ஒரு கணிதவியல் கருத்தரங்கில், கனகா (Kanakah) என்ற இந்து கணிதவியல் நிபுணர், இந்து (இந்திய) எண்கள் பற்றி ஒரு ஆய்வுச் சொற்பொழிவு நடத்தினார். அப்பொழுது இந்து எண்களைப் பற்றி வெளிநாட்டவருக்கு எதுவும் தெரியாத நிலை.

சம்ஹித நூல்களைத் தவிர, நம்மிடையே Bakshali Manuscript என்ற கணிதவியல் குறிப்பேடுகள் உள்ளன. 70 பக்கங்கள் கொண்ட இந்த குறிப்பேடுகள் பூர்ஜபத்ரங்கள் (Boorjapatra) என்று குறிப்பிடப்படும் தேவதாரு மரப்பட்டை களில் எழுதப்பட்டவை; குசான் அரசர்கள் காலத்தவை (BCE 200): சாரதா (Sharada) லிபியிலும் (script), கதா (gatha) என்ற பிராக்ரித (prakrit) மொழியின் பிரிவிலும் எழுதப்பட்டது. கணிதவியலின் மேன்மையான படைப்புகள் இதில் காணப்படுகின்றன. இருபடிச்சமன்பாடு கள், சரியான இருமடியாக (perfect square) இல்லாத எண்களுக்கு இருமடி மூலங்கள் கண்டு பிடித்தல், எண் கணித மற்றும் வடிவக்கணித படிமுறை வரிசைகள் (arithmetic and geometric progressions) போன்றவை பற்றிய விளக்கங்கள் இந்தக் குறிப்பேடுகளில் காணப்படுகின்றன. இந்திய எண்கணிதம் மிகவும் சிறப்பு வாய்ந்தது. ஏனெனில் ஏறத்தாழ BCE 3ஆம் நூற்றாண்டி லேயே நாம் இன்று பயன்படுத்தும் எண்களின் முன்னோடியான குறியீட்டு ஒழுங்கு (system of notation) இருந்ததற்கான ஆதாரங்கள் கிடைத் துள்ளன. ஒழுங்கற்ற உரோமானிய எண்கள் முறையின் இடத்தை இந்திய குறியீட்டு முறை பிடித்துக்கொண்டது. இந்திய முறைதான் எண்களின் தோற்றத்திற்கு முக்கியமானதாக

அமைந்தது. ஆனால் இந்த எண்கள் இந்திய எண்கள் என்பதற்குப் பதிலாக அராபிய எண்கள் (Arabic numerals) என்று தவறான தலைப்பைப் பெற்றுவிட்டது துரதிர்ஷ்டவசமானது. ஐன்ஸ்டீன் குறிப்பிட்டது போல் ''இந்தியர்கள் தான் உலகத்திற்கு எப்படி எண்ணுவது (counting) என்பதைக் கற்பித்தனர்''.

இ] வேதகாலத்திற்குப் பிந்திய காலம் CE 1200 ஆண்டு வரை

முதலாம் ஆர்யபட்டா (Aryabhata I) (ஏறத்தாழ CE 476) என்பவர் அவருடைய நூலான ***Aryabhatya*** வில் (CE 499), பாடல்கள் வடிவத்தில் முக்கோணவியலின் நீடெதிரத்தகவு (sine) சார்பயன்கள் பற்றிய ஒரு அட்டவணையைக் கொடுத்து, இவற்றை ஜியா (jya) என்ற வடமொழிச் சொல்லினால் அழைத்துள்ளார். $3^{0}45'$ இடைவெளியில் அமைந்துள்ள கோணங்களின் நீடெதிரத் தகவுகள் இந்த அட்டவணையில் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளன. கோள முக்கோணவியல் (spherical trigonometry) பற்றி அவர் பெற்றிருந்த அறிவின் ஆற்றலை இந்த அட்டவணை சுட்டிக்காட்டுகிறது. தன்னுடைய மற்றொரு நூலான ***Gitikapada*** வில் மிகவும் மதிநுட்பமான மற்றும் தனித்தன்மை வாய்ந்த ஒரு எண்வரிசை முறையைக் கொடுத்துள்ளார்; இதைத் தவிர இருமடி மூலங்கள், மும்மடி மூலங்கள் (cube roots), பல்வேறு வடிவங்களின் பரப்பளவு கண்டுபிடித்தல், கொள்ளளவு கண்டுபிடித்தல், π ன் மதிப்பு போன்றவைகளும் விளக்கப்பட்டுள்ளன.

பிரம்மகுப்தா (ஏறத்தாழ CE 598) மிகச் சிறந்த வானியல் நிபுணரும் கணிதவியல் வல்லுநரும் ஆவார். பெல்லியன் சமன்பாடு (Pellian equation) பற்றிய தீர்வை (solution) வெற்றிகரமாகக் கொடுத்த முதல் அறிஞர் இவர்தான். தன்னுடைய ***Brahmasphuta siddhanta*** என்ற நூலின் 12வது மற்றும் 18வது அத்தியாயங்களான Ganitadhyayah மற்றும் Kuttadhayah வில் அவர் முறையே எண்கணிதம் மற்றும் வடிவக் கணிதத்தைப் பற்றி விளக்கியுள்ளார். முதலாம் பாஸ்கரா (Bhaskara I) (ஏறத்தாழ CE 600) என்பவர் முதல்நிலை முடிவுபெறா சமன்பாடுகள் பற்றிய படைப்புக்குப் பெயர் பெற்றவர். மகாவீரா (Mahavira) (CE 815-878) என்ற சமண மதத்து கணிதவியல் அறிஞர், கர்நாடக ராஷ்ட்ரகூட மன்னன் அமோகவர்மன் நிருபதுங்கன் அரச சபையில் இருந்து கொண்டு ***Ganita-Sara-samgraha*** என்ற நூலைப் படைத்தார். இந்நூலில் பல கணிதவியல் வினாக்கள் விவரிக்கப்பட்டுள்ளன. இவற்றில் மிக முக்கியமானது 2a என்ற பெரிய அச்சையும், 2b என்ற சிறிய அச்சையும் கொண்ட ஒரு நீள்வட்டத்தின் (ஆயத்த விரித்தா என்று அவரால் அழைக்கப்பட்டது.) பரப்பளவு கண்டுபிடித்தல் (πab) ஆகும். எனினும், அதன் சுற்றளவுக்கான சூத்திரம் $\sqrt{(4a^2 + 6b^2)}$ தவறானது என்றாலும், ஏறத்தாழ சரியான விடையாக அமைந்தது. இவருடைய நூலில் பூஜ்யத்தின் பயன்கள் பற்றியும் விளக்கப்பட்டுள்ளன.

இரண்டாம் ஆர்யபட்டா (Aryabhata II) (ஏறத்தாழ CE 950) ***Mahasiddhanta*** என்ற நூலின் ஆசிரியர் ஆவார். இந்நூலின் 18வது அத்தியாயமான Kuttakhayaya வில் முடிவில்லா சமன்பாடுகள் பற்றி விளக்கப்பட்டுள்ளன. சிரிதரா (Sridhara) (ஏறத்தாழ CE 990) என்பவர் ***Patiganitha*** மற்றும் ***Trisatika*** என்ற தலைப்புகளில் எண் கணித நூல்களை வெளியிட்டுள்ளார். ஸ்ரீபதி (Sripati) (ஏறத்தாழ CE 1000) ***Ganita tilaka*** என்ற எண்கணித நூலைப் படைத்துள்ளார்.

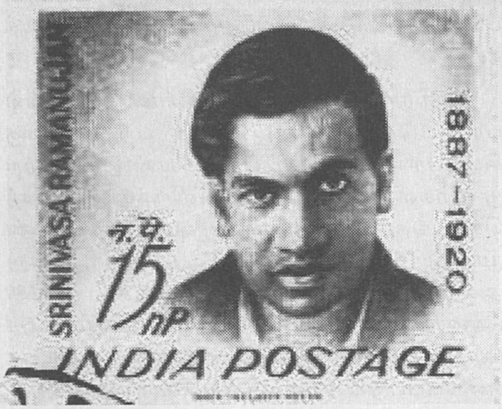
இரண்டாம் பாஸ்கரா (Bhaskara II) (ஏறக்குறைய CE 1114) இந்தியாவின் தலைசிறந்த கணிதவியல் அறிஞர்களில் ஒருவராவார். இதற்கு ஒரு எடுத்துக்காட்டு : 1657ஆம் ஆண்டு, மிகச் சிறந்த பிரான்ஸ் நாட்டு கணிதவியல் நிபுணரான ஃபெர்மாட் தன்னுடைய கணிதவியல் நண்பரான பெஸ்ஸிக்கு (Bessy) தீர்வு காண்பதற்காக பின்வரும் சமன்பாட்டு வினாவை அனுப்பியிருந்தார் : $61x^2 + 1 = y^2$, இங்கு x-ம், y-ம் முற்றெண்கள் (= முழு எண்கள்). இந்த வினாவுக்கு 1732ஆம் ஆண்டு வரை தீர்வு காணப்படவில்லை. அந்த ஆண்டு யூலர் இதற்குத் தீர்வு கொடுத்தார். ஆனால்,

இரண்டாம் பாஸ்கராவின் படைப்புகளில் 1150ஆம் ஆண்டிலேயே இதற்கான தீர்வு காணப்பட்டது. இந்தச் சமன்பாட்டில் x-க்கான மிகச் சிறிய எண்ணாக 226153980 என்பதையும் y-க்கான மிகச் சிறிய எண்ணாக 1766319049 என்பதையும் குறிப்பிட்டுள்ளார் என்பது நமக்கு வியப்பைத் தருகிறது. இந்தத் தீர்வு முறை சக்ரவாலா (chakravala) எனப்படுகிறது. இந்தத் தீர்வு முறை அவருடைய ***Siddhanta siromani*** என்ற நூலில் காணப்படுகிறது. இரண்டாம் பாஸ்கரா வின் இன்னொரு சிறந்த கணிதவியல் நூல் ***Lilavati*** ஆகும். செய்யுள் வடிவத்தில் கொடுக்கப் பட்டுள்ள பல கணிதவியல் வினாக்கள் அவருடைய மகள் லீலாவதியிடம் தீர்வு கேட்பது போல அமைக்கப்பட்டுள்ளன. முனைவர் ஜெயந்த் நர்லிகர் தன்னுடைய நூலான **The Scientific Edge** *(2003)*ல் பாஸ்கரா வின் ஒரு வினாவை எடுத்துக்காட்டியுள்ளார். ''மொத்தமுள்ள தேனீக்களில் ஒரு பாதியின் இருமடி மூல எண்ணிக்கை அளவு தேனீக்கள் மாலதி மரத்தை நோக்கி சென்றன. இவற்றைத் தொடர்ந்து மொத்தத்தில் 8/9 பங்கு தேனீக்கள் மாலதி மரத்தை நோக்கி விரைந்தன. ஒரு தேனீ மட்டும் தாமரை மலருக்குள் சிக்கிக் கொண்டு விட்டது. அதன் அவலக்குரல் கேட்ட ஜோடித் தேனீ அதனைத் தேடி வந்தது. ஏய் பெண்ணே! மொத்தத்தில் எவ்வளவு தேனீக்கள் இருந்தன? பதில் கூறுவாய்!'' இரண்டாம் பாஸ்கரா நுண்ணெண் கணிதம் பற்றிய கருத்தை ஏறக்குறைய எட்டிவிட்டார் என்பதற்கு ஆதார மாக வகையீட்டு நுண்ணெண் கணிதத்தில் (differential calculus) இருந்து பெறப்படும் சூத்திரத்தை ($d \sin x = \cos x\, dx$ போன்ற சமன்பாட்டை) அவர் எழுதியுள்ளதைக் குறிப்பிடலாம். நவீன வகையீட்டு நுண்எண் கணிதத்தின் கருத்துருக்களில் ஒன்றான சார் பயனின் முடிவிலோ (maxima of function) அல்லது ஆரம்பத்திலோ (minima) பெறுதி (derivative) மறைந்து விடுகிறது என்ற கருத்துருவை நியூட்டனோ, இலெய்ப்னிஸோ கூறுவதற்கு முன்பு இவர் கூறியிருப்பது குறிப்பிடத்தக்கது. பித்தக்கோரஸ் தேற்றத்திற்கான வடிவகணித தீர்வை இரண்டாம் பாஸ்கரா கொடுத்திருப்பதும் இங்கு குறிப்பிடத் தக்கது.

திராவிட நாகரிக மக்களான தமிழர்கள் பயன்படுத்திய எண் முறை பற்றி இங்கு சிறப்பாகக் குறிப்பிடப்படவேண்டும். மற்ற முறைகளில் எண்கள் ஒன்றிலிருந்து எண்ணத் தொடங்கப்படுகின்றன. ஆனால் தமிழ் எண் முறையில் எண்கள் *1/320*ல் (முந்திரி என்று அழைக்கப்படுகிறது) தொடங்கி, *1/180* (அரைக்காணி), *1/80* (காணி), *1/20* (ஒரு மா), *1/4* (கால்), *1/2* (அரை) மற்றும் *1* (ஒன்று) வழியாக எண்ணப்படுகின்றன. இந்த விவரங்கள் 16ஆம் நூற்றாண்டைச் சேர்ந்த ***Kanakkathikaram*** ***(=கணக்கதிகாரம்)*** என்ற காரி நாயனார் (Kari Nayanar) எழுதிய நூலிலும் காணப்படுகின்றன.

ஈ) 13ஆம் நூற்றாண்டு முதல் தற்காலம் வரை

இரண்டாம் பாஸ்கராவைத் தொடர்ந்த காலங்களில் கணிதவியலில் வர்ணனைகள் (commentaries) தான் அதிகமாகப் படைக்கப் பட்டன என்றாலும், ஒருசில புதிய கணிதவியல் படைப்புகளும் உண்டாக்கப்பட்டன. குறிப்பாக, கேரளாவில் கணிதவியல் அதிக மாகத் துளிர்த்தது. நாராயண பண்டிதா (Narayana Pandita) (ஏறக்குறைய CE 1350) ***Ganitakamudi*** என்ற எண் கணக்கு நூலையும், ***Bijagaritavatamsa*** என்ற குறிக்கணக்கியல் நூலையும் எழுதினார். 15ஆம் நூற்றாண்டில் பல கணிதவியல் படைப்பு கள் தோன்றின. இவற்றில் முக்கியமானவை ***Karanapaddhati, Ganitayuktibhasha*** மற்றும் ***Sadratnamela***. இவை மூன்றிலும் நீடெதிரத்தகவு, நீடண்மைத்தகவு (cosine), அண்மை எதிரத்தகவு (tan) மற்றும் π போன்றவற்றின் முக்கோண வியல் தொடரணிகளுக்கான விதிகள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. நீலகண்ட சோம சத்துவன் (Nialkanta Somasutvan) எழுதிய ***Tantrasamgraha*** என்ற நூலில் முக்கோணவியல் விதிகள் விளக்கப்பட்டுள்ளன. ஆர்யபட்டா, இரண்டாம் பாஸ்கரா மற்றும் பல முன்னாள்



படம் VII.3. சீனிவாச இராமானுஜன்

கணிதவியல் நிபுணர்களின் படைப்புகளைப் பற்றிய வர்ணனைகளும் விளக்கங்களும் தோன்றின. இவற்றில் முக்கிய பங்கு ஆற்றிய வர்கள் கங்காதரா (Gangadhara) (ஏறத்தாழ CE 1420), விஷ்ணு பண்டிதர் (Vishnu Pandita) (ஏறத்தாழ CE 1430), கணேசதெய்வாணா(Ganesa Daivajna), இரகுநாதர் (Raghunatha), கிருஷ்ணா (Krishna) மற்றும் நீலகண்ட ஜோதிடர் (Nilakanta Jyotirid) போன்றவர்கள் ஆவர்.

இந்தியக் கணிதவியல் படைப்புகள் பல மற்ற மொழிகளில் மொழி பெயர்க்கப்பட்டன. அக்பரின் கட்டளைப்படி ஃபைஸி (Faizi) பாஸ்கராவின் ***Lilavati*** ஐ பெர்சிய மொழியில் மொழி பெயர்த்தார். பாஸ்கராவின் ***Bijaganita*** அடா வுல்லா நஷீதி (Ata Ullah Rashidi) என்பவரால் பெர்சிய மொழியில் மொழி பெயர்க்கப்பட்டது. யூக்லிட்டின் ***Elements*** வடமொழியில் ***Rekhaganita*** (1723-1727) என்ற தலைப்பில் ஜகந்நாதா (Jagannatha) என்பவரால் ஜெய்சிங் சவாய் என்ற ஜெய்பூர் சிற்றரசரின் ஆதரவுடன் மொழிபெயர்க்கப்பட்டது.

தற்கால இந்தியாவின் தலைசிறந்த கணிதவியல் வல்லுநர் சீனிவாச இராமானுஜன் (Srinivasa Ramajujan) (படம் VII.3) ஆவார். இவருடைய கணிதவியல் ஆற்றலைக் கண்டு பிடித்தவர் கேம்பிரிட்ஜ் பல்கலைக்கழகத்தைச் சேர்ந்த பேராசிரியர் G.H.Hardy ஆவார். எண் கொள்கை பிரிவிற்கு ***1915*** முதல் ***1919*** வரை இராமானுஜன் ஆற்றிய படைப்புகள் உலகப் புகழ் வாய்ந்தவை. டிரினிட்டி கல்லூரியில் (Trinity college) அவர் விட்டு விட்டுச் சென்ற குறிப்புப் புத்தகத்தில் தீர்வு காணமுடியாத பல எண்கொள்கை தொடர்பான வினாக்கள் காணப்படுகின்றன. மீ கலப்பு எண்கள் (highly composite numbers) தொடர்பான அவருடைய படைப்புகள் அத்தகைய எண்களைப் பற்றிய பல புதிய ஆய்வுகளுக்கு வழிகோலின.

VIII

நம்முடைய சூழல்

1) முன்னுரை

புவி எவ்வளவு பழைமையானதோ அவ்வளவு பழமையானது சூழல் அறிவியலின் (Environmental Science) வரலாறும். ஆனால், மனிதன் தோன்றிய பின் அதன் சூழல் (environment) பின்வரும் இரண்டு வெவ்வேறு வகையான பரிமாணங்களைப் பெற்றது : ஒன்று, புவியின் ஒரு சில பகுதிகளில் மனிதன் தோன்றிய நாளில் இருந்த அதே இயற்கைச் சூழல் (natural environment) தொடர்ந்து மாறுபடாமல் தற்பொழுதும் காணப்படுதல். இரண்டு, உலகின் பல பகுதிகளில் இயற்கையான சூழல் அறிவியல், தொழில்நுட்பம், சமூக மற்றும் அரசியல் நிறுவனங்கள் போன்றவற்றின் உதவியோடு முற்றிலுமாக மாற்றப்பட்டு ஒரு செயற்கையான சூழலாக (artifact environment) மாறிக் காணப்படுவது. எனவே, தற்பொழுது மனிதன் முற்றிலும் மாறுபட்ட இந்த இரண்டு சூழல்களையும் தாங்கிக் கொண்டு அவற்றுடன் இணக்கத்தோடு வாழ வேண்டிய கட்டாயத்திற்குத் தள்ளப்பட்டுள்ளான். மனித வரலாற்றின் காலச் சுவடில், அறிவியலிலும், தொழில்நுட்பத்திலும் மேற்கொள்ளப் பட்ட ஒவ்வொரு செயலும் சூழலில் சரியாகப் புலப்படாத மாற்றங்களில் இருந்து மிகப்பெரிய மாற்றங்கள் வரை ஏற்படுத்தியுள்ளது. இதன் காரணமாக, வரலாற்றுக் காலத்தில் மற்ற அறிவியல் துறைகளில் ஏற்பட்டுள்ள மாற்றங்களை விளக்கப் பயன்படுத்திய உத்திகள் சூழல் அறிவியல் துறையில் ஏற்பட்டுள்ள மாற்றங்களை விளக்கப் பயன்படுத்த முடியாது. எனவே, இங்கு புவியைப் பாதித்த ஒவ்வொரு சிறு சிறு சூழல் மாற்றங்கள் பற்றிய வரலாறு விலக்கப்பட்டு சூழல் அறிவியலில் குறிப்பிடத்தக்க பெரிய மாற்றங்களைப் பற்றிய வரலாறு மட்டும் ஒரு விரிந்த வரம்புக்குள் விளக்கப்பட்டுள்ளன. மேலும், சூழலில் ஏற்பட்டுள்ள மாற்றங்கள், எவ்வளவு சிறியதாக அவை இருந்த போதிலும், அரசியல் / நாட்டு வரம்புகளை மீறி மனிதர்களைப் பாதித்திருப்பதால், தனி நாடுகளில் ஏற்பட்டுள்ள சூழல் மாற்றங்களுக்கு முக்கியத்துவம் அளிக்காமல் உலகளவில் ஏற்பட்டுள்ள சூழல் மாற்றங்களுக்கு இந்த அத்தியாயத்தில் முக்கியத்துவம் அளிக்கப் பட்டுள்ளது.

புவியின் வயது ஏறத்தாழ 4.6 பில்லியன் ஆண்டுகள் என்றாலும் தொல்லுயிர் எச்சங்கள் மற்றும் பண்டைய நாகரிகங்கள் போன்ற ஆதாரங்களின்படி *Homo sapiens sapiens* என்ற மனித இனம் ஏறத்தாழ 1,76,000 ஆண்டுகளுக்கு முன்புதான் புவியில் தோன்றியிருக்க வேண்டும். 12,000 ஆண்டுகளுக்கு முன்பு வரை மனிதர்கள் உணவைத் தொடர்ந்து தேடி அலைந்தவர்கள் என்றும் அறியப்படுகிறது. மற்ற விலங்கினங்களிலிருந்து தம்முடைய சிறப்புப் பண்புகளால் வேறுபட்டிருந்ததால் அவற்றின் மேல் மனிதர்களால் ஆதிக்கம் செலுத்த முடிந்தது; இதனால் புவியின் சூழலில் குறிப்பிடத்தக்க மாற்றங்களையும் உண்டாக்க முடிந்தது. மனித இனம் தோன்றிய நாளிலிருந்து, மூன்று முக்கிய பண்பாடு மற்றும் நாகரிக மாற்றங்கள் புவியின் சூழலில் குறிப்பிடத்தக்க தாக்கத்தை ஏற்படுத்தின. அவையாவன : (i) வேளாண் புரட்சி (agricultural revolution); இது 10,000 முதல் 12,000 ஆண்டுகளுக்கு முன்பு ஆரம்பித்தது. (ii) தொழில்புரட்சி (industrial revolution) : இது ஏறத்தாழ 275 ஆண்டுகளுக்கு முன்பு தோன்றியது, மற்றும் (iii) தகவல் மற்றும் உலகமயமாக்கல் புரட்சி (information and globalization revolution); இது 50 ஆண்டுகளுக்கு முன்பு தோன்றியது. டைலர் மில்லர் Jr. (Tyler Miller Jr.) (2004) கூற்றுப்படி இந்த மூன்று பண்பாட்டுப் புரட்சிகளும் புவியின் சூழலில் மனிதனுடைய தாக்கத்தை மூன்று முக்கிய வழிகளில் அதிகப்படுத்தின. அவையாவன : (i) இவை மூன்றும் நமக்கு மிக அதிக அளவில் ஆற்றலையும் புதிய தொழில்நுட்பங்களையும் அளித்துள்ளன; இவற்றைப் பயன்படுத்தி நம்முடைய வளர்ந்துவரும் தேவைகளையும், கோரிக்கைகளையும் ஈடுகட்டும் வகையில் புவியின் வள ஆதாரங்களை (resources) மாற்றவும், கட்டுப்படுத்தவும் நாம் அறிந்து கொண்டுள்ளோம். (ii) இவை மூன்றும் மிக அதிக அளவு மக்கள்தொகை வளர்ச்சிக்கு வழிகோலின; உணவுப் பெருக்கமும், சத்துள்ள ஆரோக்கியமான உணவும், நல்ல மருந்துகளும் மனித வாழ்நாள் நீட்டிப்பையும், அதிக ஜனத்தொகை வளர்ச்சியையும் ஊக்குவிக்கும் முக்கிய காரணிகளாகத் திகழ்ந்தன. (iii) இவை மூன்றும் நம்முடைய வளஆதாரங்களைப் பயன்படுத்துவதை அதிகமாக்கியுள்ளன. அதே சமயத்தில் சூழல் மாசுறுவதற்கும், இயற்கைச் சூழல் சிதைவடைவதற்கும் இவை காரணங்களாகத் திகழ்ந்தன.

2) வேட்டையாடி உணவு சேகரிக்கும் நிலை

மனிதன் புவியில் தோன்றிய காலத்திலிருந்து தற்போது வரை பெரும்பங்கு காலம் வேட்டையாடி உண்டு சேகரிக்கும் நிலையிலேயே (hunter-gatherer stage) கழிக்கப்பட்டது. பண்டைய மனிதர்கள் அலைந்து திரிந்து விலங்குகளை வேட்டையாடியும், கனிகள், விதைகள் மற்றும் இதர தாவர பாகங்களைச் சேகரித்தும் தமக்குத் தேவையான உணவினைப் பெற்றனர். இயற்கையோடு ஒன்றி வாழந்ததால், எந்த விலங்கை இறைச்சிக்காக வேட்டையாடலாம் எந்தத் தாவரங்களைக் கனிகளுக்காகவும், விதைகளுக்காகவும் பயன்படுத்தலாம் என்ற அறிவையும் மனிதர்கள் தம்முயை அனுபவத்தால் பெற்றனர். பல்வேறு காரணங்களினால் அவர்களுடைய சராசரி வயது 30 முதல் 40க்குள் இருந்தது. இவர்கள் சூழலில் ஏற்படுத்திய தாக்கம் மிக மிகக் குறைவாக இருந்தாலும், சூழலில் இவர்களால் குறிப்பிடத்தக்க மாற்றங்கள் ஏற்பட்டன என்பதை மறுக்க முடியாது. தொடர்ந்து வேட்டையாடியதால் ஒரு குறிப்பிட்ட விலங்குச் சிற்றினங்கள் அழிக்கப்பட்டன; இதன் காரணமாக சூழல் தொகுதியின் (ecosystem) சமன்நிலை (balance) ஓரளவுக்கு மாறியது. மேலும், இவர்களால் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட நெருப்பு, காற்று மாசடைதலுக்கு (air pollution) ஆரம்பக்கட்ட காரணியாக விளங்கியது. ஒரு சில நேரங்களில் நெருப்பு தற்செயலாக காடு எரிதலுக்குக் கராணமாகி இயற்கையின் உயிரின வளம் (biodiversity) குறைவதற்கும் வழிகோலியது.

மனிதர்கள் அலைந்து திரிந்து வாழ்ந்த நாட்களில் புவியில் குறிப்பிடத்தக்க சூழல்

பாதிப்பு நிகழ்வுகள் எதுவும் நடந்ததற்கான ஆதாரங்கள் கிடைக்கவில்லை. எனினும், மாஸ்டோடான் (mastodon) என்ற வகை யானை, கடுவாய் வேங்கை (sabertoothed tiger), இராட்சச தேவாங்கு (giant sloth), இராட்சச காட்டெருமை (giant bison) போன்ற விலங்குகளின் அழிவு களுக்கு மனிதர்களின் அதிக அளவு வேட்டை யாடல் தான் காரணமாக இருக்கலாம்.

3) வேளாண் புரட்சி

10,000 முதல் *12,000* ஆண்டுகளுக்கு முன்பு இந்தப் புரட்சி தோன்றியது. அலைந்து திரிந்த மனிதர்கள் ஓரிடத்தில் நிலையாகக் குடியேறிய வுடன், குறிப்பாக சிந்து, யூப்ரடிஸ் - டைக்ரிஸ், நைல் போன்ற நதிகளின் கரைகளில், இந்தப் புரட்சி தொடங்கியது. அதுவரை வேட்டையாடி இறைச்சியையும், அலைந்து திரிந்து கனி, விதைகளையும் சேகரித்து வந்த மனிதன், தன் உணவுக்கும் மற்ற தேவைகளுக்கும் பொருத்த மான தாவரங்களையும் பிராணிகளையும் வளர்க்க (domesticate) ஆரம்பித்தான். இவ்வாறு வேளாண்மையும், பிராணி வளர்ப்பும் (animal husbandry) தோன்றின. இந்த இரண்டு நிகழ்வு களாலும் குறிப்பிடத்தக்க நன்மைகள் மனிதர் களுக்கு ஏற்பட்டாலும், பல வழிகளில் இவை இயற்கைச் சூழலுக்கு ஊறு விளைவித்தன. விளை நிலங்களை உருவாக்க காடுகள் அழிக்கப் பட்டன; இதனால் காட்டின் உயிரின வளம் அழிக்கப்பட்டு ஒரே ஒரு வகையான தாவரம் அந்த இடத்தில் பயிரிடப்பட்டது. மேலும் அவர்களின் வளர்ப்புப் பிராணிகள், குறிப்பாக கால்நடைகள், அவர்களின் குடியிருப்புப் பகுதியைச் சுற்றியுள்ள காட்டுப் பகுதிகளை அதிக மேய்ச்சல் மூலம் அழித்துத் தரிசு நிலமாக்கிவிட்டன. நீர்ப்பாசனத்தின் காரண மாக அதிக அளவு மண் அரிப்பு ஏற்பட்டது. அவர்களின் குடியிருப்புப் பகுதிகளில் கிராமங் களும் சிறுநகரங்களும் ஏற்பட்டு கழிவுப் பொருட்கள் ஒரே இடத்தில் தேங்கத் தொடங் கின; சூழல் மாசுறுதல் சிறிது சிறிதாக அதிக மாகியது; நீர்ப்பாசன தேவைகள் அதிகமாகிய போது, ஆறுகளின் பாதைகள் மாற்றப்பட்டன; நீர்த்தேக்கங்களும், வாய்க்கால்களும் அமைக்கப்பட்டு இயற்கையில் குறிப்பிடத்தக்க மாற்றங்கள் ஏற்பட்டன. பூச்சிக் கொல்லிகள், உயிர்க் கொல்லிகள், உரங்கள் அதிகமாகப் பயன்படுத்தப்பட்டன. இயற்கைப் பூச்சிக் கொல்லிகள், உரங்கள் மாற்றப்பட்டு வேதியப் பொருட்கள் அதிகமாக பயன்படுத்தப்பட்டன. இவற்றின் காரணமாக நீரும், நிலமும், காற்றும் அதிக அளவில் மாசுறத்தொடங்கின. தொழில் புரட்சி தொடங்கியவுடன், பரம்பரையாக பயன் படுத்தப்பட்ட வேளாண் முறைகளும், கருவி களும் மாற்றப்பட்டு நவீன, எந்திரமயமான கருவிகள் வழக்கத்திற்கு வந்தன. வேளாண்மை ஒரு தொழிலாக மாறியதால், ஏற்கனவே இருந்த மாசுறுதல் நிகழ்வு அதிக மாக்கப்பட்டது. பரம்பரையாகப் பயிரிடப்பட்டு வந்த பயிர் இரகங்கள் மாற்றப்பட்டு, நவீன மற்றும் அதிக மகசூல் இரகங்கள் பயிரிடப்பட்டதால் உணவு கிடைத்தல் (food availability) அதிகமானாலும், அதற்குச் சமமான அல்லது அதிக அளவில் இயற்கை ஊறுபடுதலும் அதிகமாகியது. மலைப்பகுதிகளில் காடுகள் அழிக்கப்பட்டு வேளாண் பகுதிகளாக மாற்றப்பட்ட நிகழ்வு மிக அதிகமாக தென் பகுதி உலக நாடுகளில் காணப்பட்டது. அதிக அளவு மேய்ச்சல் காரண மாக நிலச் சீரழிவும், பெரிய நாகரிகங்களின் வீழ்ச்சியும் மத்தியத்தரை நாடுகளிலும், வட ஆப்பிரிக்காவிலும், ஆசியாவின் மத்திய கிழக்குப் பகுதிகளிலும் ஏற்பட்டன. நதிகளின் குறுக்கே கட்டப்பட்ட மிகப் பெரிய அணை களான அஸ்வின் அணை (எகிப்து), மூன்று கோர்ஜஸ் அணை (சீனா), நர்மதா சரோவர் அணை (இந்தியா) போன்றவை அந்தந்த இடங் களின் இயல்பு அமைப்பையே முழுவதும் மாற்றியதோடல்லாமல், அவற்றால் பாதிக்கப் பட்ட அப்பகுதி மக்களை இடம்பெயரச் செய்ய வேண்டிய சமுதாய சிக்கலுக்கும் இடமளித்தன.

4) தொழில் புரட்சி

*1750*ஆம் ஆண்டுகளில் இங்கிலாந்தில் முதலில் தொழில் புரட்சி தொடங்கி அது

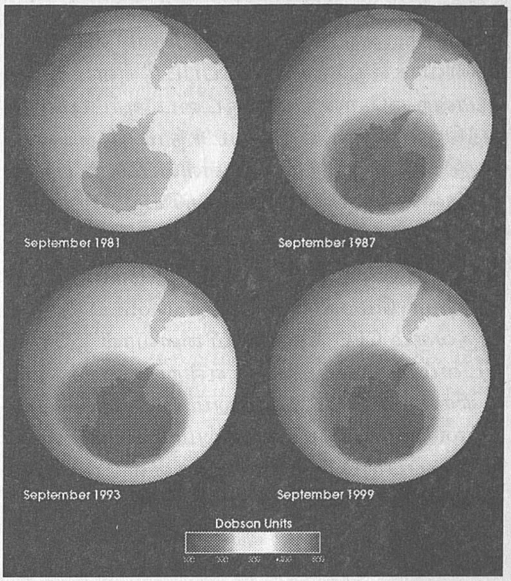
அமெரிக்காவிற்கு 1800ஆம் ஆண்டு பரவியது. தொழில் புரட்சியின் காரணமாக எல்லாவித மான பயன்பாட்டு பொருட்களின் தயாரிப்பு, வியாபாரம் மற்றும் பங்கீடுகளில் மிக அதிக அளவிலும் வேகத்திலும் விரிவாக்கம் பெற்றது. விறகு மற்றும் ஓடும் நீரிலிருந்து அதுவரை பெறப்பட்டு வந்த புதிப்பிக்கப்படத்தக்க ஆற்றல் (renewable energy) பயன்பாட்டிலிருந்து, நிலக்கரி, பெட்ரோல் மற்றும் இயற்கை எரிவாயு போன்ற தொல்லுயிர் எச்ச எரிபொருள்களி லிருந்து பெறப்படும் புதுப்பிக்க முடியாத ஆற்றல் (non-renewable energy) பயன்பாட்டிற்கு ஒரு பெரிய மாற்றம் ஏற்பட்டது. இதனால் கைவினைப் பொருட்கள் மற்றும் சிறிய அளவில் அங்கங்கு தயாரிக்கப்பட்ட பொருட் களின் தயாரிப்பு அதிக அளவில் தடைபட்டு, எந்திரத்தால் அதிக அளவு ஒரே இடத்தில் வேகமாகத் தயாரிக்கப்பட்ட பொருட்களின் ஆதிக்கம் அதிகமாகியது. மேலும், பெரிய தொழிற்சாலைப் பகுதிகளில் தொழில் நகரங்கள் அதிக அளவில் உருவாகத் தொடங்கின. நிலக்கரி மற்றும் பெட்ரோலியப் பொருட்களின் உற்பத்தியைப் பெருக்கும் வகையில் அதிக அளவில் சுரங்க வேலைகள் தொடங்கப் பட்டன. பயன்பாடுள்ள தனிமங்கள் மற்றும் உலோகங்கள் கலந்துள்ள உலோகத் தாதுக்களை எடுப்பதற்கான சுரங்க வேலைகளும் அதிக மாகின. மேலும் தாதுவிலிருந்து உலோகத்தைப் பிரித்தெடுப்பதற்கான (உலோகத் தொழிலி யலும்) (= மாழைத் தொழிலியலும்) (metallurgy), உருக்குத் தொழிலும் (smelting) சிறிய அளவி லிருந்து (small scale) தொழிற்சாலைகளில் மேற்கொள்ளத்தக்கவாறு அதிக அளவுக்கு தள்ளப்பட்டன. இவற்றால் நிலம், நீர் மற்றும் நச்சு வாயுக்கள், தீங்கு விளைவிக்கக்கூடிய கழிவுகள், அமில மழை (acid rain), புகைக்கரி (soot) போன்றவை வளிமண்டலத்தை அதிக அளவில் சூழ ஆரம்பித்தன. இரைச்சலும் (noise pollution) அதிகமாகியது. உயிரினங்களின் வளரிடங்கள் சிதைவடைய ஆரம்பித்ததால், உயிரின வளமும் அதிக அளவில் மறையத் தொடங்கியது. காடுகளும், இயற்கைப் பகுதி களும் அழிக்கப்பட்டு தொழிற்சாலைகளும் நகரங்களும் அதிக அளவில் தோன்ற ஆரம்பித் தன. நல்ல நீர், தூய காற்று, புனிதமான மண் போன்றவை அரிய பொருட்களாயின. மனித னின் வாழ்முறை (life style) பெரிய அளவில் மாற்றம் பெற்றதால், ஒரு மனிதனின் சராசரி ஆற்றல் தேவையும் குறிப்பிடத்தக்க அளவில் அதிகரித்தது.

தொழில்புரட்சியின் காரணமாக ஏற்பட்ட பல்வேறு சூழல் பாதிப்புகள் பற்றிய ஆதாரங் கள் பல நமக்குக் கிடைத்துள்ளன. இவற்றில் வரலாற்று முக்கியத்துவம் வாய்ந்த ஒரு சில சூழல் பாதிப்புகள் பற்றி மட்டும் இங்கே விவரிக்கப்பட்டுள்ளன.

அ) உலகம் வெப்பமடைதல்

தொல்லுயிர் எச்ச எரிபொருட்களை அதிக அளவில் பயன்படுத்துதல், காடழித்தல், அதிக அளவில் நெல் பயிரிடுதல் (நெல் வளர்ப்புக்கு தேங்கிய நீர் தேவை; இது மீதேன் (methane) உற்பத்தியை அதிகரிக்கும்) போன்ற செயல்கள் CO_2, மீதேன் (CH_4), குளோரோஃப்ளூரோ கார்பன்கள் (CFC), நைட்ரஸ் ஆக்ஸைடு N_2O போன்ற பசுமை இல்ல வாயுக்களை (Green house gases) அதிக அளவில் 19ஆம் நூற்றாண்டு முதல் வெளியிடத் தொடங்கின. 1860ஆம் ஆண்டு முதல் இந்த வாயுக்களின் வெளியிடுதல் திடீரென்று மிகவும் அதிகமாகியது. இந்த வாயுக்கள் சூரிய வெப்பத்தை ஈர்த்து வைத்துக் கொள்வதால் வளிமண்டலத்தின் வெப்பநிலை அதிகமாகுகிறது. முதன்முதலில் சவான்டே அர்ரினியஸ் (Savante Arrhenius) என்ற ஸ்வீடன் நாட்டு வேதியியல் அறிஞர் 1860ஆம் ஆண்டு களில் வளிமண்டல CO_2 வெப்பத்தை ஈர்த்து தக்கவைத்துக் கொள்கிறது என்றும், 18ஆம் நூற்றாண்டிலிருந்து தொல்லுயிர் எச்ச எரிபொருட்களைப் பயன்படுத்துவதாலும், காடுகளை அழிப்பதாலும் அதிக அளவு CO_2 வளி மண்டலத்தை அடைகின்றது என்றும் எடுத்துக் கூறினார். வேதியியல் அடிப்படையில் CO_2 அதிகமாவதால் புவியின் வெப்பமும் அதிகமாக

வேண்டும் என்று அவர் கருதினார். 1960ஆம் ஆண்டுகளில் இரோஜர் இரெவெல்ஸ் (Roger Revells) மற்றும் C.D.கீலிங் (C.D.Keeling) என்ற ஹவாயின் மானா லோவா (Mauna Loa) வானிலை நிலையத்தைச் சேர்ந்த அறிஞர்கள் இக்கருத்தை உறுதிப்படுத்தினர். இவர்கள் வளிமண்டல CO_2 வின் கொஞ்சம் கொஞ்சமான அதிகரிப்பை இந்த நிலையத்தில் பதிவுசெய்து வந்தனர். இதேபோன்ற பதிவுகள் உலகின் வேறு சில இடங்களிலும் செய்யப்பட்டன. தற்பொழுது வெளியிடப்படும் அளவில் CO_2 தொடர்ந்து வளிமண்டலத்தில் வெளியிடப் பட்டால், 21ஆம் நூற்றாண்டின் மையகாலங் களில் CO_2 அளவு தற்போதைய அளவில் இரண்டு மடங்காகி விடும் என்றும், 20ஆம் நூற்றாண்டின் கடைசி 16 வருடங்களில் 12 வருடங்கள் இதுவரை பதிவு செய்யப்பட்ட வருடங்களில் மிகவும் வெப்பமான வருடங் களாகும் என்றும் ஆய்வுகள் தெரிவித்துள்ளன. Inter-governmental Panel on Climate Change என்ற உலக அமைப்பின் கூட்டம் 1997ஆம் ஆண்டு ஜப்பான் நாட்டின் கொயோட்டோ நகரில் நடந்தது. இதில் 160 உலக நாடுகளின் பிரதிநிதி கள் கலந்து கொண்டனர். CO_2 போன்ற பசுமை இல்ல வாயுக்கள் உண்டாக்கப்படுதலை எந்த அளவு குறைக்க முடியுமோ அந்த அளவு குறைக்கும்படி எல்லா உலக நாடுகளுக்கும் இந்தக் கூட்டத்தில் வேண்டுகோள் விடப் பட்டது. உலக நாடுகள் பல இதற்கான முயற்சி களை அதிக அளவில் எடுத்தாலும், சமீப காலத்தில் மேற்கொள்ளப்பட்ட இரண்டு உலக வானிலை உருப்படிவங்களின் முடிவுகளின்படி 21ஆம் நூற்றாண்டின் முதல் 10 வருடங்களுக்குள் CO_2 மட்டத்தை தற்போதைய அளவில் நிறுத்தி னாலும், 21ஆம் நூற்றாண்டின் முடிவிற்குள் உலக வெப்பநிலை இன்னும் அரை டிகிரி சென்டிகிரேட் உயர்வதற்கும், 320% கூடுதல் கடல் மட்ட உயர்வுக்கும் ஏற்கனவே வழி வகுத்து விட்டோம் என்பது தெளிவாகிறது.



படம் VIII.1. ஓசோன் ஓட்டை
- அண்டார்ட்டிகாவின் மேல்

ஆ) ஓசோன் நீக்கம்

ஓசோன் (Ozone) (0_3) என்ற வாயு மீவளிமண்டலத்தில்[1] (stratosphere) ஒரு தொடர் படலத்தை உருவாக்கி, சூரியனின் புற ஊதா கதிர்களை வடிகட்டி, நம்மை அவற்றின் கதிர் களின் தீய விளைவுகளிலிருந்து பாதுகாக்கிறது. ஆனால் 20ஆம் நூற்றாண்டின் பின்பகுதியில் இருந்து மீவளிமண்டல ஓசோன் அளவு படிப்படியாகக் குறைய ஆரம்பித்தது. ஓசோன் நீக்கத்தை 1970ஆம் ஆண்டுகளில் தான் முதன்முதலில் அறிவியல் அறிஞர்கள் உணர ஆரம்பித்தனர். 1985ஆம் ஆண்டில் தான் இந்த நீக்கம் நிச்சயம் நடைபெறுகிறது என்பதற்கான ஆதாரப் படங்களை நிம்பஸ் 7 என்ற வானிலை செயற்கைக்கோள் அண்டார்டிகா பகுதியில் எடுத்துக்காட்டியது. (படம் VIII.1) அங்கு

1. நமது வளிமண்டலத்தில் பூமியிலிருந்து 18 கி.மீ.க்கும் 50 கி.மீ.க்கும் இடைப்பட்ட தூரப்பகுதிதான் மீவளிமண்டலம்; இங்கு வெப்பம் நிலையானது; இங்கு மிகக் குறைந்த நீராவியும் அதிக அளவு ஓசோனும் காணப்படுகிறது.

ஓசோன் படலத்தில் ஓட்டை (hole) ஏற்பட்டிருப்பதும், அது 1973 முதல் பெரிதாகி வருவதும் தெளிவாக எடுத்துக் காட்டப்பட்டுள்ளன. இதே போன்ற ஓசோன் படல ஓட்டை ஆர்ட்டிக் துருவத்திலும் இருப்பது கனடா நாட்டு அலெர்ட் பகுதியில் இருந்து மேற்கொள்ளப்பட்ட பலூன் சோதனைகள் மூலம் தெளிவாகியது.

1974ஆம் ஆண்டிலேயே F.ஷெர்வுட் இரௌலாண்ட் (F.Sherwood Rowland) மற்றும் மரியோ மொலினா (Mario Molina) ஆகிய இருவரும் CFC க்களின் விளைவால் ஓசோன் படலம் நீக்கப்படலாம் என்று எச்சரித்தனர். குளிர்சாதன பெட்டிகளிலும் ஸ்ட்ரைஃபோம் (Styrofoam) கட்டுமானத்திலும் (packing) பயன்படுத்தப்படும் இவ்வாயுக்களை குறைக்க வேண்டும் என்றும் அப்பொழுதே எடுத்துக் கூறினர். ஆனால் 1985ஆம் ஆண்டுதான் அவர்களுடைய கூற்று முற்றிலும் நிரூபிக்கப்பட்டது. CFC வாயுக்கள் ஓசோனுடன் இணைந்து வேறு பொருட்களை வளிமண்டலத்தில் உருவாக்குவதால் ஓசோனின் அளவு குறைகிறது. 1990ஆம் ஆண்டுகளில் CFC வாயுக்கள் பெரும்பாலான நாடுகளில் தடை செய்யப்பட்டது. CFC வாயுக்களுக்குப் பதிலாக தற்பொழுது குளிர்சாதனப் பெட்டிகளில் சிட்ரிக் அமில பொருட்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

இ] அணுசக்தி

1939ஆம் ஆண்டின் துவக்கத்தில் ஓட்டோ ஹானும் இலிசே மெய்ட்னரும் அணுவைப் பிளப்பதால் மிக மிக அதிக அளவில் ஆற்றல் வெளிப்படுகிறது என்று முதன் முறையாக எடுத்துக் காட்டினர் என்று இந்த நூலின் நான்காவது அத்தியாயத்தில் ஏற்கனவே குறிப்பிட்டிருந்தது இங்கு நினைவு கூரத்தக்கது. இலிசே மெய்ட்னர் இந்தக் கண்டுபிடிப்பின் பின்விளைவுச் சிக்கல்களை, குறிப்பாக அடால்ஃப் ஹிட்லரின் கைகளில், எண்ணிப் பார்த்து மிகவும் கலக்கம் அடைந்தார். இதே கலக்கம் ஹிட்லருக்கு எதிராகப் போர்புரிந்து வந்த நேசநாடுகளில் ஒன்றான USA விற்கும் ஏற்பட்டதால், ஹிட்லருக்கு முன் அணுசக்தியைப் பயன்படுத்தி அணுகுண்டு தயாரிப்பதில் அதிக நாட்டம் கொண்டது. 1939ஆம் ஆண்டில் இலியோ ஜிலார் (Leo Szilard) என்பவர் அப்பொழுது மிகவும் வலிமை வாய்ந்த அறிவியல் அறிஞராகத் திகழ்ந்த ஆல்பர்ட் ஐன்ஸ்டீனைத் தூண்டி இசைவுறச் செய்து அவர் மூலம் அணுகுண்டு தயாரிப்பதின் அவசரத்தையும் அவசியத்தையும் US அதிபர் ஃபிராங்லின் D.ரூஸ்வெல்ட்டை (Franklin D.Roosevelt) உணரச் செய்தார். ஐன்ஸ்டீனும் தன்னுடைய மனசாட்சிக்கு விரோதமாகவும், தயக்கமாகவும் இதற்கு ஒத்துக்கொண்டார். இவ்வாறு தொடங்கியது தான் மான்ஹாட்டன் திட்டம் (Manhattan Project). உலகின் தலைசிறந்த இயல்பியல் அறிஞர்கள் அடங்கிய குழு ஒன்று இதற்காக உருவாக்கப்பட்டு, அந்தக் குழு நியூமெக்ஸிகோ மாகாணத்தின் லாஸ் அலாமோஸ் (Los Alamos) பகுதியில் அமைந்த ஒரு பாலைவனப் பகுதியில் கூடியது. மிகுந்த இரகசியத்துடன் மேற்கொள்ளப்பட்ட இந்தக் குழுக் கூட்டத்திற்கு J.இராபெர்ட் ஓப்பன்ஹைமர் (J.Robert Oppenheimer) (1903-1965) தலைமை தாங்கினார். குழுவின் முக்கிய உறுப்பினர்களாக ஹென்றிகோ ஃபெர்மி, ஹான்ஸ் பெதே போன்றவர்கள் இருந்தனர். முதல் நான்கு வருடங்களுக்குள் இந்தக் குழு முதல் அணுக்கரு சிதைவு உலையை (Nuclear fission reactor) உருவாக்கி "Little Boy" என்ற யுரேனிய வகை அணுகுண்டையும் "Fatman" என்ற புளூட்டோனிய வகை அணுகுண்டையும் தயாரித்தது.

ஆனால் எதிர்பார்த்தபடி இவை ஹிட்லரின் ஜெர்மனியில் வீசப்படாமல், ஜப்பானின் ஹிரோஷிமா (Little Boy) விலும் நாகசாகியிலும் (Fatman) முறையே 1945ஆம் ஆண்டு ஆகஸ்ட் 6 மற்றும் 9ஆம் தேதிகளில் வீசப்பட்டது தான் மிகக் கொடுமை. இதன் காரணமாக அங்கு நிகழ்ந்த மனித மற்றும் பொருள் இழப்புகளை வார்த்தைகளால் வர்ணிக்க முடியாது. மனிதர்களிடமும் விலங்கு

களிடமும் அவை ஏற்படுத்திய மரபியல் தீய விளைவுகளை நாம் இன்றும் பார்க்க முடிகிறது.

இரண்டாம் உலகப்போர் 1945ஆம் ஆண்டு முடிந்தபின், பல நாடுகள் அணுசக்தியை அமைதியான செயல்களுக்குத்தான் பயன் படுத்துவது என்ற உறுதிமொழியை எடுத்துக் கொண்டன. எனினும் USA விற்கும் சோவியத் யூனியனுக்கும் இடையே ஏற்பட்ட பனிப் போரின் காரணமாக அணுசக்திப் போர்த் தளவாடங்கள் இரண்டு நாடுகளிலும் உண்டாக்கப்பட்டு குவிக்கப்பட்டன. இவை இரண்டையும் தவிர பிரான்ஸ், சீனா, இந்தியா, பாகிஸ்தான், வடகொரியா போன்ற நாடுகள் நிச்சயமாகவும், அனேகமாக ஈராக், ஈரான் நாடுகளும் அணுசக்தித் திறன் கொண்ட நாடுகளாக மாறி உலகத்தை தொடர் கலக்கத்தில் இருக்குமாறு செய்துள்ளன.

அணுப்பிளவு மற்றும் இணைவு உலை ©Ö (fission and fusion reactors) உலகின் பல நாடுகளில் நிறுவப்பட்டு அணுசக்தியை ஆக்கச் செயல்களுக்காகப் பயன்படுத்த உதவின. எனி னும், சோவியத் உக்ரைன் பகுதியில் அமைந்த செர்னோபில் (Chernobyl) அணு உலையில் 1986ஆம் ஆண்டு நிகழ்ந்த உலை உருகல் (meltdown) மற்றும் கசிவு காரணமாக மனித உயிர்களுக்கு ஏற்பட்ட பாதிப்பு, அணு குண்டு வெடிப்பினால் ஏற்பட்ட பாதிப்புகளுக்குச் சமமாக இருந்தன (பார்க்க கட்டம் VIII.1.).

கட்டம் VIII.1. செர்னோபில் அணுசக்தி உலையில் ஏற்பட்ட விபத்து

முன்னாள் USSR ன் கீவ் நகரத்திற்கு அருகாமையில் அமைந்த செர்னோபில் அணுசக்தி உலையில் 1986ஆம் ஆண்டு ஏற்பட்ட விபத்து தான் மிகவும் மோசமான அணு உலை விபத்தாகக் கருதப்படுகிறது. இந்த விபத்திற்குக் காரணம் அணு உலை ''உருகல்''தான். விபத்து ஏப்ரல் 26ஆம் தேதி முன்னிரவு 1.23 மணிக்கு (USSR நேரப்படி) ஏற்பட்டது. உலையைக் குளிரவைக்கும் குளிர் நீர் அமைப்பு செயலிழந்த காரணத்தால் நான்கு உலைகளில் ஒரு அணு உலை உருகியது. 3 மணி நேரத்திற்குள் உலை வெடித்து 20 வகையான கதிரியக்கப் பொருட்கள் மிகுந்த விசையுடன் வளிமண்டலத்திற்குள் வெளியேற்றப்பட்டன. விடியற்காலைக்குள் கதிரியக்கப் பொருட்களின் முகில் அருகிலுள்ள ஐரோப்பிய நாடுகளுக்கும் ஜப்பானின் அருகிலுள்ள பகுதிகளுக்கும் பரவியது. வளிமண்டலத்திலிருந்து கதிரியக்கப் பொருட்கள் விரைவில் நிலப்பரப்பையும், நீரையும் அடைந்தன. வெளியேற்றப்பட்ட கதிரியக்கப் பொருட்களின் அளவு பத்து-ஹிரோஷிமா அணுகுண்டுகளுக்குச் சமமாகும்.

சோவியத் யூனியன் இந்த விபத்துப் பற்றி International Atomic Energy Agency க்கு 388 பக்கங்கள் அடங்கிய ஒரு அறிக்கையைத் தாக்கல் செய்தது. இதன்படி, 31 பேர்கள் மட்டும் விபத்தில் இறந்ததாகக் குறிப்பிடப்பட்டிருந்தது. ஆனால் நம்பத்தகுந்த வட்டாரங்களின் செய்திகளின்படி ஏறத்தாழ 2000 பேர்கள் உடனே இறந்துவிட்டனர்; கூடிய விரைவில், இறந்தவர்களின் எண்ணிக்கை 40,000 ஆக உயர்ந்தது. இவற்றில் 5000 பேர்கள் புற்றுநோய் தவிர மற்ற பாதிப்பு களாலும் இறந்தனர். கதிரியக்க அயோடின் காரணமாக 2000 பேர்கள் முன்கழுத்துக் கழலை நோய்க்கு ஆளாகினர். இவற்றைத் தவிர மக்களிடம் ஏற்பட்ட உடல் பாதிப்புகள் பின்வருமாறு : இரத்தக் கோளாறுகள், இரத்தம் உறைதல், தோல் நோய்கள் (செங்கரப்பான் நோய்), உடல் உறுப்பு வீக்கம், நிறம் மாறுதல், குடல் புண்கள், மயிர் உதிர்தல், இரத்தச் சோகை, கண்படல நோய், எலும்பு உறுக்கி நோய், தசைகள் மென்மையாதல் போன்றவை. உடல் நோயைத் தவிர பலர் மனநோய் களால் பாதிக்கப்பட்டனர்.

சுற்றுவட்டார நீர் முழுவதும் பயன்படுத்த முடியாத மாற்றங்களைப் பெற்றது; இதை

உணருமுன் பலர் இந்நீரைப் பயன்படுத்தி அதனால் பலவித பாதிப்புகளுக்கு உட்படுத்தப்பட்டனர். மேல்மண் கதிரியக்கப் பொருட்களால் மிகவும் பாதிக்கப்பட்டதால் 2500 சதுரமீட்டர் அளவு மேல் மண் அங்கிருந்து நீக்கப்பட்டு வேறு இடத்தில் குழிதோண்டி புதைக்கப்பட்டது. பல தாவரங்களும் பிராணிகளும் கதிரியக்கத்திற்கு ஆளாகின. அடுத்துள்ள ஸ்கேன்டிநேவிய நாடுகளில் இருந்த செம்மறி ஆடுகள் பாதிப்படைந்ததால் அவற்றை மனிதர்கள் இறைச்சிக்காகப் பயன்படுத்த முடியவில்லை. ஃபின்லாந்தில் ரெயின்டீர்கள் பாதிக்கப்பட்டன.

ஆனால் இந்த விபத்து திறமையாகக் கையாளப்பட்டது என்பது குறிப்பிடத்தக்கது. அதிவேகமாக மக்கள் விபத்துப் பகுதியிலிருந்து வெளியேற்றப்பட்டனர் (1100 பேருந்துகள் 1,35,000 மக்களை ஒரு நாளைக்குள் ஏற்றிச் சென்று வேறுபகுதிகளில் விட்டன). பாதிக்கப்பட்ட மக்களுக்கு உடனடி மருத்துவ வசதிகள் ஏற்பாடு செய்யப்பட்டன. 125க்கும் மேற்பட்டவர்கள் உடனடியாக மாஸ்கோவிற்கு விமானம் மூலம் எடுத்துச் செல்லப்பட்டு அங்கு சிகிச்சை பெற்றனர். 5000க்கும் மேற்பட்ட மருத்துவர்கள் பணியில் தொடர்ந்து ஈடுபடுத்தப்பட்டனர்.

அணுஉலையில் ஏற்படும் பல்வேறு விபத்துகளுக்கான சாத்தியக்கூறுகள் மிக மிகக் குறைவு. ஒரு வருடத்தில் ஒரு அணு உலை உருகலுக்கான வாய்ப்பு 10,000,00ல் ஒன்றாகும். 3300 இறப்புகள், 45,000 பேர்கள் நோய்வாய்ப்படுதல், 1500 பேர்கள் புற்றுநோய் தாக்குதலுக்கு உள்ளாகுதல், 1500 பேர் மரபுக் குறைகளுக்கு ஆளாகுதல் போன்றவைகளை உண்டாக்கும் மிக மோசமான அணுஉலை விபத்து ஏற்பட வாய்ப்பு 1 பில்லியனில் ஒன்றாகும். எனினும் செர்னோபில் போன்ற விபத்துகள் ஏற்படலாம் என்பதுதான் உண்மை.

ஈ] எல் நினோ நிகழ்வு

தெற்கத்திய ஊசல் (Southern Oscillation) என்றும் அழைக்கப்படும் எல் நினோ (El Nino) நிகழ்வு முதன்முதலில் பெரு (Peru) நாட்டு மீனவர்களால் கண்டுணரப்பட்டது. எல்நினோ என்ற சொல்லுக்கு ஸ்பானிஷ் மொழியில் 'கிறித்துவின் குழந்தை' என்று பொருள். இந்நிகழ்வு கிறிஸ்துமஸ் சமயத்தில் ஏற்படுவதால் இப்பெயர் சூட்டப்பட்டது. இந்நிகழ்வின் போது கடலின் நீரோட்டத்திலும் (Ocean current) காலநிலையிலும் (climate) மிகப் பெரிய, ஆனால் வழக்கத்திற்கு மாறான, மாற்றங்கள் ஏற்பட்டு அவற்றின் காரணமாக பசிபிக் கடற்பகுதி முழுவதும் வானிலை பெரிதும் பாதிப்படைகிறது. சாதாரணமாக, கிறிஸ்துமஸ் காலத்தில் கடல்நீர் குளிர்ந்தும், மீன்கள் அதிகமாகவும் காணப்படும். ஆனால் எல் நினோ நிகழ்வால் கடல் நீர் எதிர்பாராத வண்ணம் வெப்பமடைந்து மீன்பிடிப்பு மிகவும் குறைகிறது. எல் நினோ நிகழ்வு ஏன், எப்படி நிகழ்கிறது என்பதற்குப் பல திருப்தியான விளக்கங்கள் கூறப்பட்டாலும், இதற்கான அடிப்படைக் காரணம் மனிதன் சூழலில் ஏற்படுத்தும் அசாதாரணத் தாக்கங்கள் தான் என்பது தெளிவு.

உ] முறைப்படுத்தப்பட்ட வளர்ச்சி

சூழல் மேலாண்மையில் (environmental management) மிக முக்கியமான கருத்துரு முறைப்படுத்தப்பட்ட வளர்ச்சியாகும் (sustainable development). இதுவரை சூழல் தொடர்பாக அடிக்கடி தொடுக்கப்பட்ட முக்கியமான வினாக்களில் ஒன்று, புவியின் இயற்கையான வள ஆதாரங்களின் அளவு ஒரு குறிப்பிடத்தக்க அளவு தான் இருக்கின்றது என்பதை மனதில் கொண்டு நாம் தொடர்ந்து மனித நலத்திற்கான மேம்பாடுகளைச் செய்ய முடியுமா என்பது தான். இதற்கான விடையாகத் தான் முறைப்படுத்தப்பட்ட வளர்ச்சி என்ற கருத்துரு உருவாக்கப்பட்டது. இந்தச் சொல் 1987ஆம் ஆண்டு Our Common Future என்ற அறிக்கையில் World Commission on Environment and Development

என்ற அமைப்பால் முதன்முறையாக பிரபல மாக்கப்பட்டது. இந்த அறிக்கையின்படி, முறைப்படுத்தப்பட்ட வளர்ச்சிக்கான வரை யறை பின்வருமாறு : ''பின்னால் வரும் மனித சந்ததிகளின் தேவைகளுக்கு இடையூறு விளை விக்காமல் தற்போதைய சந்ததியின் தேவை களை இயற்கையின் வள ஆதாரங்களில் இருந்து முறைப்படுத்திப் பெற்றுக் கொள்ளுதல்''. புவியின் வள ஆதாரங்களை முழுவதும் தீர்த்துவிடாமல் வருங்கால சந்ததிகளுக்கும் விட்டுவைக்கும் வகையில் மேற்கொள்ளப் படும் எந்த முயற்சியையும், முறைப்படுத்தப் பட்ட வளர்ச்சி எனலாம். இந்தக் கருத்துரு தோன்றிய நாளிலிருந்து இதைப் பற்றிய சீரிய விவாதங்கள் பல நடந்துள்ளன. இந்த கருத் துருவே முறைப்படுத்தப்பட்ட கருத்துருவா (sustainable concept) என்பதும் விவாதத்திற்கு உட்படுத்தப்பட்டுள்ளது. எனினும், இந்தக் கருத்துரு மக்களின் மனப்பாங்கினைப் பெருமளவு மாற்றி, சூழலையும், சூழலின் வள ஆதாரங்களையும் நல்லமுறையில் மேலாண்மை செய்ய பெருமளவுக்கு உதவி யுள்ளது.

ஊ) உலக உச்சி மாநாடும் உயிரினவளம் பற்றிய ஒப்பந்தமும்

சூழல் அறிவியல் வரலாற்றில் ஏற்பட்ட குறிப்பிடத்தக்க நிகழ்ச்சிகளில் இதுவும் ஒன்றாகும். இரியோ உச்சி மாநாடு (Rio summit) என்று அழைக்கப்படும் இந்த மாநாடு பிரேசில் தலைநகரான இரியோ டி ஜெனிரோ நகரில் 1992ஆம் ஆண்டு ஜூன் மாதம் நடைபெற்றது. மாநாட்டின் முடிவில் உயிரின வளம் பற்றிய ஒப்பந்த (Convention on Biological Diversity, அல்லது CBD) ஆவணத்தில் 172 நாடுகளின் பிரதிநிதிகள் கையொப்பம் இட்டுள்ளனர். இயற்கையின் வள ஆதாரப் பொருட்களில் மிக முக்கியமானதான உயிரின வளப்பொருட்கள் பற்றிய பல்வேறு விவரங்களான மதிப்பீடு (assessment), இழப்பு (loss), பாதுகாப்பு (conservation), முறைப்படுத்தப்பட்ட பயன்பாடு (sustainable utilization), வியாபாரம் மற்றும் சட்டங்கள்/ஒப்பந்தங்கள் போன்றவை பற்றி CBD யில் விவரிக்கப்பட்டுள்ளன. உலக உயிரின வளத்தின் ஆபத்தான நிலைப்பற்றிய உண்மை களை உலகத்தில் உள்ள அனைவரும் உணரும் வகையில் உருவாக்கப்பட்ட CBD ஆவணம், சூழலியல் வரலாற்றில் ஒரு முக்கியத் திருப்புப் புள்ளியாகும்.

5) தகவல் மற்றும் உலகமயமாக்கல் புரட்சி

கடந்த ஐம்பது ஆண்டுகளில் உலகளவில் குறிப்பிடத்தக்க சமுதாய, பொருளாதார மற்றும் சூழலியல் மாற்றங்களை ஏற்படுத்திய இரண்டு முக்கியமான போக்குகள் உலகமயமாக்கலும், தாராளமயமாக்கலும் (liberalization) ஆகும். உலகில் இதுகாறும் தூரத்தால் பிரிக்கப் பட்டிருந்த பல பகுதிகள் இப்பொழுது அருகாமையில் ஒன்று சேர்க்கப்பட காரணமாக இருந்தவை, போக்குவரத்திலும், தகவல் தொடர்பிலும், தகவல் தொழில் நுட்பத்திலும் ஏற்பட்டுள்ள மிக சீரிய முன்னேற்றங்கள்தான். செல் பேசிகள், தொலைக்காட்சிகள், கணினி கள், இணையதளங்கள், பல்வேறு துறைகளைப் பற்றிய எந்திரமயமாக்கப்பட்ட தரவு வைப்பகங் கள் (data bases), தொலை உணர்வு (remote sensing) நுட்பங்கள், தகவல் தொடர்பு செயற்கைக் கோள்கள் போன்றவை உலக அளவில் மிக விரைவாக நமக்குத் தகவலைப் பெற உதவி புரிகின்றன. எனினும், இத்தகைய வளர்ச்சிகள் பல விரும்பத்தகாத விளைவுகளையும் ஏற்படுத்தியுள்ளன. இருக்கின்ற தகவல்களின் சுமையையே நம்மால் தாங்கிக் கொள்ள முடியா மல் குழப்பங்களுக்கும் முடியாமைக்கும் (helpless-ness) ஆளாக வேண்டிய கட்டாயத் திற்குத் தள்ளப்பட்டிருக்கிறோம். இந்தத் தகவல்களிலிருந்து அறிவைப் (knowledge) பெறவும், அறிவிலிருந்து ஞானத்தைப் (wisdom) பெறவும் நமக்குப் போதிய நேரம் கிடைப்ப தில்லை. தகவல் நம்மை வந்து சேரும் வேகத்தில் நம்மால் அத்தகவல்களைச் சரியான முறையில் பயன்படுத்த முடிவதில்லை.

மேலும், தகவல் தொழில்நுட்ப வளர்ச்சிகள் உலகின் பல்வேறு நாடுகளுக்கு ஒரே வேகத்தில் சென்றடைவதில்லை என்பதால், வளர்ந்த மற்றும் வளரா நாடுகளுக்கு இடையே ஒரு இலக்கப் பிரிவு (digital divide) ஏற்பட்டுள்ளது. இதன் காரணமாக தொழில்நுட்ப வளர்ச்சியுடைய நாடுகள் மென்மேலும் தகவல் மற்றும் அறிவு மிக்க நாடுகளாகவும், தொழில்நுட்ப வளர்ச்சியடையா நாடுகள் மென்மேலும் தகவல் மற்றும் அறிவு-ஏழ்மை நாடுகளாகவும் மாறுகின்றன. உலகமயமாக்கல் காரணமாக உலக நாடுகளிடையே ஒரு காலத்தில் நிலவிய பண்பாட்டு வளங்களும் தனித் தன்மைகளும் குறைந்து கொண்டே வருகின்றன.

IX

தொழில்நுட்பம் மற்றும் மனித நலன் தொடர்பான அறிவியலின் வரலாறு

1) முன்னுரை

அறிவியல், தொழில்நுட்பத்திற்கு (technology) முன்னோடி என்றும், அறிவியல் வளர்ச்சியில்லை என்றால் தொழில்நுட்பமும் இருக்காது என்றும் பரவலாக நம்பப்படுகிறது. எனினும், வரலாறு நமக்கு எடுத்துக்காட்டுவது என்னவென்றால், அறிவியலுக்கு வெகுகாலம் முன்பே பல தொழில்நுட்பங்கள் பிறந்து வளர்ந்திருக்கின்றன என்பது தான். புவியில் இருந்து தமக்குக் கிடைக்கும் பல்வேறு பொருட்களைப் பயன்படுத்தி பண்டைய மக்கள் பல கருவிகளையும் பயனுள்ள பொருட்களையும் நிர்மாணித்துள்ளார்கள் என்பதும், இந்தக் கருவிகளைக் கொண்டு தம்மைச் சூழ்ந்துள்ள உலகத்தை தம்முடைய கட்டுப்பாட்டுக்குக் கொண்டு வந்துள்ளார்கள் என்பதும் ஆதாரங்கள் மூலம் நிரூபிக்கப்பட்டுள்ளன. அவர்கள் நிர்மாணித்த கருவிகளும், பொருட்களும் திறம்படவும் நம்பத் தக்கவைகளாகவும் திகழ்ந்தன. பழைய கற்காலத்தில் (2.4 மில்லியன் வருடங்களுக்கு முன்பு), இந்தக் கருவிகள் கற்கள், மரக்கட்டை, எலும்புகள், கொம்புகள், தந்தங்கள் போன்ற பொருட்களில் இருந்து தயாரிக்கப்பட்டன; ஆனால், இவற்றின் தயாரிப்பின் பின்னணியில் உள்ள அறிவியல் அவர்களுக்குத் தெரியாது. எடுத்துக்காட்டாக, சரியான கற்கள் அல்லது மரக்கட்டைகளை நெருப்பு உண்டாக்குவதற்கு அவர்கள் தேர்ந்தெடுத்தது அவர்களின் அனுபவத் தாலும், முயற்சியின் வெற்றி தோல்விகளாலும் (trial and error) நிகழ்ந்ததே ஒழிய, அறிவியல் ரீதியாக நிகழவில்லை. புதிய கற்காலத்தில் (ஏறத்தாழ 6000 முதல் 10,000 வருடங்களுக்கு முன்பு), வேளாண்மையையும், பிராணி வளர்ப்பையும் சரியாக கவனித்துக் கொள்ளும் அளவுக்கு மக்களிடம் தொழில்நுட்பம் இருந்தது; இதனால் சரியான பயிர்களையும், பிராணிகளையும், நிலத்தையும் தேர்ந்தெடுக்கும் திறனை அவர்கள் பெற்றிருந்தார்கள். இந்தக் காலகட்டத்திலும் மக்கள் பெற்றிருந்த தொழில்நுட்ப வளர்ச்சி அறிவியலின் அடிப்படையில் ஏற்படவில்லை; தகுந்த அனுபவங்களால் ஏற்பட்டது. வெண்கல காலத்திலும் (bronze age) (ஏறத்தாழ 5500 முதல் 3000 வருடங்களுக்கு முன்பு) தாங்கள் நிர்மாணித்த நாகரிகத்தை மேலாண்மை செய்வதற்காக தயாரிக்கப்பட்ட வேலை

செய்யக்கூடிய கருவிகள் மற்றும் தொழில்நுட்பங்களுக்குப் பின்னால் அமைந்துள்ள அறிவியல் பற்றி மக்கள் அறியவில்லை. எனினும், இந்த எளிய கருவிகளையும், தொழில்நுட்பங்களையும் அவர்கள் உருவாக்கி பயன்படுத்த முடிந்தது என்றால் அதன் பின்னணியில் அமைந்துள்ளதாக்கம், விவேகம் மற்றும் அறிவுக் கருத்துக்களை ஒன்றாகத் திரட்டுதல் போன்றவை அவர்களிடம் இருந்திருக்க வேண்டும். வெண்கல காலத்திற்குப் பின்பு ஏற்பட்ட நாகரிகங்களின் போது தொழில்நுட்ப வளர்ச்சிக்கு அறிவியல் உறுதுணையாக இருந்தது; தொழில்நுட்பம் தன் பங்கிற்கு அறிவியலை வளர்க்கவும், அறிவியலின் புதிர்களை நீக்கவும், அறிவியலைப் புரிந்து கொள்ளவும் பல புதிய கருவிகளைத் தந்தது. இந்த சுழற்செயல் (cyclic event) அறிவியல் மற்றும் தொழில்நுட்ப வரலாற்றுக் காலத்தில் பலமுறை நடந்துள்ளது. நல்ல அடிப்படை அறிவியல் ஆய்வுகள் உடனடியாகவோ, வெகுகாலம் கழித்தோ எதிர்பாராத தொழில்நுட்பத்தையோ, பயன்பாட்டையோ உண்டாக்கியுள்ளது என்பதற்கு பல எடுத்துக் காட்டுகள் உள்ளன.

படம் IX.1. N.I.வேவிலாவ்

2) வேளாண்மையும் பிராணி வளர்ப்பும்

மனிதன் அலைந்து திரிந்து வேட்டையாடியும் உணவுகளைச் சேகரித்தும் வந்த காலத்திற்கும், ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில் குடியேறி நிலையாக மனித சமுதாயமாக வாழத் தொடங்கிய காலத்திற்கும் இடையே தான் வேளாண்மையும், பிராணி வளர்ப்பும் தோன்றின. இந்த இடைநிலை மாற்றம் படிப்படியாக நிகழ்ந்தது; மனிதர்கள் படிப்படியாக அதிக அளவில் வளர் பயிர்களையும் பிராணிகளையும் நம்பியிருக்க ஆரம்பித்தனர். இந்த மாற்றம் மெதுவாக நடைபெற்றதற்கு முக்கிய காரணம் இயல்பு தாவரங்களையும், பிராணிகளையும் (wild plants and animals) வளர்ப்புத் தாவரங்களாகவும் (= பயிர்களாக) பிராணிகளாகவும் மாற்றுவது எளிதான செயலாக அமையவில்லை என்பது தான்; மாற்றங்கள் சிறிய அளவிலும், பெரிய அளவிலும் மெதுவாக நடைபெற்றன. ஒரு பண்பு மாற்றம் மற்ற பண்பு மாற்றங்களோடு தொடர்புடையதாக அமைந்துவிட்டதும் இதற்கு முக்கியக் காரணமாகும். மேலும், நிலமும் ஒரேவித பயிர்த் தாவரம் வளர்வதற்கு ஏற்ற மாற்றங்களைப் பெற வேண்டியிருந்தது. 6,000 முதல் 10,000 ஆண்டுகளுக்கு முன்பு இந்த வளர்த்தல் முயற்சிகள் சீரியமுறையில் தொடங்கப்பட்டன. எனினும், மனிதனின் மொத்த வரலாற்றுக் காலத்தை (ஏறத்தாழ 1,00,000 ஆண்டுகள்) கணக்கில் கொண்டால், வேளாண்மையும் பிராணி வளர்ப்பும் மிகவும் வேகமாக வளர்ச்சியடைந்த செயல்கள் என்பது தெளிவாகும். BCE 4000 ஆண்டின்போது தான் அதிக அளவு வேளாண்மை மேற்கொள்ளத் தொடங்கப்பட்டது. அப்பொழுது சுமேரிய

மக்கள் யூப்ரடிஸ்-டைக்ரிஸ் நதிப் பள்ளத் தாக்கில் விலங்குகளைப் பயன்படுத்தி ஏர் மூலம் உழ ஆரம்பித்தனர். ஆனால், குழி தோண்டும் கழியும் (digging stick), மண் கிளரியும் (= களைக் கொத்தி) (hoe) தான் உழுவதற்காகப் பயன்படுத்தப்பட்ட பொருட்களாக BCE 8000 முதல் 7000 ஆண்டு வரை திகழ்ந்தன என்று தெரிய வருகிறது.

விர்ஜில் (Virgil) (ஏறத்தாழ BCE 30) என்ற உரோமானியர் வேளாண் கலை பற்றி விவரித் துள்ளார். ஏறத்தாழ அதே காலத்தில் வாரோ (Varro) என்பவர் பயிர்களின் வளர்ச்சியைப் பற்றியும் அவற்றின் நோய்கள் பற்றியும் எழுதியுள்ளார்.

இரஷ்ய தாவரவியல் நிபுணர் வேவிலாவ் (Vavilov) (படம் IX.1) 1922 முதல் 1950ஆம் ஆண்டு வரை மேற்கொண்ட ஆய்வுகளின்படி தற்பொழுது நாம் பயிரிட்டு வரும் பயிர்கள் (ஏறத்தாழ 350) உலகின் எட்டு மையங்களில் தோன்றி வளர்க்கப்பட்டன என்று தெரிய வருகிறது (கட்டம் IX.1).

பிராணிகள் வளர்ப்புப் பற்றிய சரியான வரலாற்றுத் தகவல்களும், ஆதாரங்களும் நமக்குக் கிடைக்கவில்லை. ஆனால் வேளாண்மையும், பிராணி வளர்ப்பும் ஏறத்தாழ ஒரே சமயத்தில் ஒரே பகுதியில் நடை பெற்றிருக்கலாம் என்று பரவலாகக் கருதப் படுகிறது (கட்டம் IX.2).

கட்டம் IX.1. பயிர் வளர்ப்பு மையங்கள்

பயனுள்ள, இயல்பான தாவரங்களை மனித சமுதாயத்திலும், நாகரிகத்திலும் 'கட்டாயமாக' நுழைப்பதை வளர்ப்பு எனலாம். பயிர்களுக்கு ஏற்ப இந்த வளர்ப்புச் செயல் காலத்தாலும், இடத்தாலும் ஒரே ஒரு செயலாகவோ, தொடர் செயலாகவோ இருந்திருக்க வேண்டும். N.I.வேவிலாவ் (1926, 1949-50) என்ற இரஷ்ய அறிஞர் தன்னுடைய நீண்டகால ஆய்வுக்குப் பின்பு பயிர்த் தாவரங்கள் உலகின் எட்டு முக்கிய மையங்களில் தோன்றி வளர்ந்திருக்க வேண்டும் என்று எடுத்துக் கூறினார். இந்த எட்டு மையங்கள் (centres of origin) பின்வருமாறு: (i) **சீனா மையம்:** இங்கு 136 பயிர்த் தாவரங்கள் தோன்றின. இவற்றில் முக்கியமானவை சிறு தானியங்கள், சோளம், சிறுநீரக வடிவ அவரை, சேனைக்கிழங்கு, முள்ளங்கி, தேயிலை போன்றவை. (iia) **இந்திய மையம்:** இங்கு 117 பயிர்த் தாவரங்கள் தோன்றின. இவற்றில் முக்கியமானவை அரிசி, பாசிப்பயிறு, கொள்ளு, இறக்கை அவரை, கொத்தவரை, கத்திரி, பாகல், சுரை, புடலை, மாங்காய், எலுமிச்சை, கடுகு போன்றவை. (iib) **இந்திய - மலேய மையம்:** இங்கு 55 பயிர்த் தாவரங்கள் தோன்றின. இவற்றில் முக்கியமானவை இஞ்சி, இலிச்சி, வாழை, தென்னை, ஏலக்காய், மிளகு, மஞ்சள் போன்றவை. (iii) **உள் ஆசியா மையம்:** இங்கு 42 பயிர்த் தாவரங்கள் தோன்றின. இவற்றில் முக்கியமானவை பட்டாணி, சணகம் (chick pea), ஆளிவிதை அல்லது மென் சணல் (flax), கேசரிப் பவுடர் தாவரம், வெங்காயம், முலாம்பழம், பேரி, திராட்சை போன்றவை. (iv) **ஆசியா மைனர் மையம்:** இங்கு 83 பயிர்த் தாவரங்கள் தோன்றின. இவற்றில் முககியமானவை கோதுமை, இனிப்புப் பட்டாணி, அல்ஃபால்ஃபா, எள், ஆமணக்கு, அத்தி, பரங்கி போன்றவை. (v) **மத்தியதரைக் கடல் பகுதி மையம்:** இங்கு 84 பயிர்த் தாவரங்கள் தோன்றின. இவற்றில் முககியமானவை ஓட்ஸ், பார்லி, ஆலிவ், பீட்ரூட், முட்டைக்கோஸ், சதகுப்பை, சீரகம் போன்றவை. (vi) **அபீசீனிய மையம்:** இங்கு 38 பயிர்த் தாவரங்கள் தோன்றின. இவற்றில் முக்கியமானவை கோதுமை, வெந்தயம், வெண்கடுகு, கொத்துமல்லி, காபி, வெண்டை போன்றவை. (vii) **தென் மெக்சிகோ மற்றும் மத்திய அமெரிக்க மையம்:** இங்கு 49 பயிர்த் தாவரங்கள் தோன்றின. இவற்றில் முக்கியமானவை மக்காச்சோளம், சர்க்கரைவள்ளிக் கிழங்கு, மிளகாய், பருத்தி, பப்பாளி, கொய்யா, செர்ரி, தக்காளி, கோக்கோ,

அவகேடோ போன்றவை. (viii) தென் அமெரிக்க மையம்: இங்கு 17 பயிர்த் தாவரங்கள் தோன்றின. இவற்றில் முக்கியமானவை ஸ்ட்ராபெர்ரி, குச்சிக் கிழங்கு (மரவள்ளிக் கிழங்கு), வேர்க்கடலை, இரப்பர், அன்னாசி போன்றவை.

வேவிலாவின் எட்டு மைய கோட்பாடு பின்னால் சற்றுத் திருத்தப்பட்டது. ஹாலான் (Harlan 1971, 1975) மேற்கொண்ட ஆய்வுகளின்படி மையங்களின் எண்ணிக்கை 8ல் இருந்து 12ஆக உயர்ந்தது.

கட்டம் IX.2. பிராணிகள் வளர்ப்பு

இயல்பு ஓநாய்களில் (wild wolves) இருந்து நாய்கள் முதன்முதலாக 1,30,000 ஆண்டுகளுக்கு முன்பு வளர்க்கப்பட்டன. ஆனால் உணவிற்காகவும், பின்பு ஆடைகளுக்காகவும், வேலைகள் செய்வதற்காகவும், பிராணிகள் வளர்க்கப்பட்டன. இந்தப் பிராணி வளர்ப்பு, பயிர் வளர்ப்பு தொடங்கிய போது தொடங்கப்பட்டதாகும். இந்த வளர்ப்புச் செயல் மிகவும் படிப்படியாக ஏற்பட்டதாகும். ஏனெனில் இயல்பு பிராணிகளை வளர்ப்புப் பிராணிகளாக மாற்றுவதில் பல மாற்றங்கள் தேவைப்பட்டன. ஏறத்தாழ 9500 ஆண்டுகளுக்கு முன்பு சீனாவில் பன்றிகள், கால்நடைகள், செம்மறி ஆடு மற்றும் கோழி போன்றவற்றை வளர்க்க முயற்சிகள் முதன்முதலில் மேற்கொள்ளப்பட்டன. பன்றி, எருது போன்ற சில பிராணிகள் உலகின் வெவ்வேறு பகுதிகளில் தனித்தனியாக வளர்ப்புப் பிராணிகளாக மாற்றப்பட்டன. ஆடுகள் மற்றும் சிலவகைச் செம்மறி ஆடுகள் மத்தியக் கிழக்கு மற்றும் மேற்கு ஆசியப் பகுதிகளில் முதலில் வளர்க்கப்பட்டன; பின்பு அவை ஐரோப்பாவில் புகுத்தப்பட்டன. ஆண்டஸ் மலைப்பகுதியில் இலாமாக்களும், கினி பன்றிகளும் வளர்ப்புப் பிராணிகளாக மாற்றப்பட்டன. கிரேக்க நாட்டில் பூனைகளும், தென் இரஷ்யாவில் ஏறத்தாழ BCE 3000 யில் குதிரைகளும் வளர்ப்புப் பிராணிகளாக மாற்றப்பட்டன. தென் இரஷ்யாவிலிருந்து தான் குதிரைகள் அராபியப் பகுதிக்கு எடுத்துச் செல்லப்பட்டு அங்கு மேலும் பல பண்பு மாற்றங்கள் செய்யப்பட்டன என்று வரலாற்றுக் குறிப்புகள் கூறுகின்றன.

வேளாண்மையும் பிராணி வளர்ப்பும் மனித சமுதாயத்தையும், இயற்கையையும் பெரிதும் மாற்றின. பயிரிடுதலை மிகவும் சீராக்க வேளாண் முறைகளிலும், பயிர்களிலும் புதிய தொழில்நுட்ப மாற்றங்கள் புகுத்தப்பட்டன. சாதாரண மட்பாண்டங்கள் செய்வதற்காக பயன்பட்ட களிமண்ணைக் கொண்டு தானியங்களையும், உணவையும், நீரையும் சேமிக்க மிகப்பெரிய பாண்டங்கள் தயாரிக்கப்பட்டன. (பார்க்க கட்டம் IX.3). மேலும் மட்பாண்டங்களைப் பயன்படுத்தி தானியங்களையும், பயறு வகைகளையும் நீரில் ஊறவைத்தும், வேக வைத்தும் உணவு தயாரிக்கப்பட்டதால், உணவை எளிதாக உண்ணவும் செரிக்கவும் வகை செய்யப்பட்டது.

கட்டம் IX.3. மட்பாண்டத்தின் வரலாறு

புதிய கற்காலத்திலிருந்து மனிதனால் மேற்கொள்ளப்பட்ட முதல் தொழில்நுட்பச் செயல்களில் மட்பாண்டங்கள் தயாரிப்புத் (pottery) தொழில்நுட்பமும் ஒன்றாகும். அகழ்வாராய்ச்சித் (archeological) தோண்டல்கள் மூலம் பெறப்பட்ட விவரங்களின்படி மட்பாண்ட சில்கள் மத்தியத் தரைக்கடல் மற்றும் எகிப்திய பகுதிகளில் காணப்பட்டன. அதே காலக்கட்டத்தில் இந்தியாவிலும்

மட்பாண்டத் தொழில்நுட்பம் சிறப்பாக இருந்ததற்கான ஆதாரங்கள் உள்ளன. புதிய கற்காலத்தில் இந்தியாவில் உருண்டை வடிவத்தையும், வட்டமான அடிப்பக்கத்தையும், நுட்பத்திறன் வாய்ந்த சிறப்பக்கலை நயங்களையும் கொண்ட மட்பாண்டங்கள் தயாரிக்கப்பட்டன. இவையனைத்தும் கையால் செய்யப்பட்டன என்பது குறிப்பிடத்தக்கது. குயவன் சக்கரம் (potter's wheel) அப்பொழுது கண்டுபிடிக்கப்படவில்லை. இத்தகைய மட்பாண்டப் பொருட்கள் மிர்ஜாபூர், இலாக்நாஜ் மற்றும் டெக்கான் பகுதி அகழ்வாராய்ச்சி ஆய்வுத் தோண்டல்களில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. சிந்து சமவெளி நாகரிக காலத்தில் மிகவும் சிறப்பான, தொழில்நுட்பம் மிக்க, மட்பாண்டங்கள் வெவ்வேறு உருவங்கள், அளவுகள் மற்றும் நிறங்களில் குயவன் சக்கரங்கள் கொண்டு தயாரிக்கப்பட்டன. மட்பாண்டங்களைப் பளபளக்கச் செய்யும் (glazing) தொழில்நுட்பமும் குயவர்களுக்குத் தெரிந்திருந்தது. மட்பாண்டங்களின் மேல் பிராணிகளின் உருவங்கள் வரையப்பட்டன. வேத காலத்தில் வர்ணம் பூசப்பட்ட பீங்கான் வகை மட்பாண்டங்கள் தயாரிக்கப்பட்டன. இவற்றின் வகைகள் பல பீகாரிலும், கிழக்கு உத்திரப்பிரதேசத்திலும் மேற்கொள்ளப்பட்ட அகழ்வாராய்ச்சி ஆய்வுத் தோண்டல்களில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன.

திராவிட நாகரிகக் காலத்திலும் மட்பாண்ட தொழில்நுட்பம் சிறப்பாக இருந்ததற்கான ஆதாரங்கள் கிடைத்துள்ளன. ஆதிச்சநல்லூர் (திருநெல்வேலி அருகில்) மேற்கொள்ளப்பட்ட அகழ்வாராய்ச்சிகள் மிகவும் வளர்ச்சியுற்ற மட்பாண்ட தொழில்நுட்பம் இருந்ததற்கான ஆதாரங்களைக் கொடுத்துள்ளன.

1824ஆம் ஆண்டு தாவரங்களில் கருவுறுதல் மூலம் பாலினப் பெருக்கம் நடைபெறுகிறது என்று அமிசி (Amici)யால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. 3000 ஆண்டுகளுக்கு முன்பே அராபியர்களால் செயற்கை மகரந்தச் சேர்க்கை, கலப்பினமாக்கல் (hybridization) மற்றும் தாவர மேம்பாடு ஆகியவை பேரீச்ச தாவரங்களில் மேற்கொள்ளப்பட்டன. மேற்கூறிய ஆய்வுகள் பயிர்த் தாவரங்களின் மகசூல், அதிக ஊட்டச் சத்து, நோய்களையும் பூச்சிகளையும் தாங்கும் தன்மை, உயிரிலாக் காரணிகளால் ஏற்படும் இறுக்கங்கள் (stresses), குறுகிய காலத்தில் மகசூல் போன்ற பண்புகளை மேம்படுத்தும் முயற்சிகளை அதிக அளவில் மேற்கொள்ள தூண்டுதல்களாக அமைந்தன. நல்ல விதைகளைத் தேர்ந்தெடுத்தல், நல்ல குளோன்களைப் (clones) பகுத்தெடுத்தல், நல்ல பயன்தரும் தழைவழி இனப்பெருக்க முறைகள் (vegetative reproduction) போன்றவை வேளாண் வரலாற்றில் சிறிது சிறிதாக மிகவும் சீர்படுத்தப் பட்டன. தற்பொழுது, உலகின் பல பகுதிகளில் வழக்கத்தில் உள்ள பெரும்பாலான பயிர் வகைகள் மிகவும் சிறப்பான மற்றும் கவனமான பயிர் மேம்பாட்டு முறைகளாலும் கலப்பின மாக்கலாலும் தோன்றியவை என்பதை அனைவரும் உணர வேண்டும். அதிக மகசூலில் 40 விழுக்காடு பயிர் மேம்பாட்டுக் காரணங் களாலும், 60 விழுக்காடு அதிக ஆற்றல், உரங்கள், நோய்க் கொல்லிகள், பூச்சிக் கொல்லி கள் போன்றவற்றை போடுவதாலும் ஏற்பட் டுள்ளன என்பதும் இங்கு குறிப்பிடத்தக்கது. 1971ஆம் ஆண்டு இராக்ஃபெல்லர் (Rockefeller) மற்றும் ஃபோர்டு (Ford) நிறுவனங்களும் (Foundations), உலக வங்கியும், ஐக்கிய நாட்டுச் சபையின் உணவு மற்றும் வேளாண் அமைப்பும் (FAO), உலக நாடுகளின் வளர்ச்சி அமைப்பும் (UNDP) மற்றும் USAID என்ற அமெரிக்க நிறுவனமும் கூட்டாக முயன்று Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR) என்ற அமைப்பை ஏற்படுத்தி, உலக நாடுகளில் வேளாண் ஆய்வுத் துறையை மேம்படுத்த நிதியுதவி செய்ய முற்பட்டன. அடுத்த 30 ஆண்டுகளில் இந்த வேளாண் ஆய்வு மையங் கள் நான்கிலிருந்து 16 ஆக அதிகரித்தன. முக்கிய

பயிர்களும், வேளாண் முறைகளும் இந்த மையங்களின் ஆய்வுக்கு உட்படுத்தப்பட்டன.

ஜனத்தொகையின் அபரிமித வளர்ச்சி, ஊட்டக்குறைவு, வேளாண்மைக்கான நிலப் பற்றாக்குறை, இருக்கும் நிலங்கள் தொடர்ந்து பயன்படுத்தப்பட்டதால் ஏற்பட்ட சிதைவு, வளமான மேல்மண் இழப்பு, நீர்ப் பற்றாக் குறை, அதிக அளவு நோய்த் தாக்கம் மற்றும் பல்வேறு காரணிகள் பயிர்த் தாவரங்களை மேம்படுத்த தூண்டுகோலாக அமைந்தன. இதன் காரணமாகத் தான் பசுமைப் புரட்சியும் (Green Revolution), உயிர் தொழில்நுட்பவியல் (biotechnology) கருவிகளும், தொழில்நுட்பங் களும் தோன்றின என்று கூறினால் அது மிகையாகாது. பசுமைப் புரட்சியைப் பற்றிய விவரங்கள் பின்னால் கூறப்பட்டுள்ளன. பயிர் மேம்பாட்டில் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ள இரண்டு முக்கிய தொழில்நுட்பங்கள் நுண்பெருக்கமும் (micro propapation), ஜீன் பரிமாற்ற தொழில்நுட்பமும் (Transgene technology) ஆகும். மிகக் குறுகிய காலத்தில், மிக அதிக எண்ணிக்கையில், புதிய தாவரங்களைச் செயற்கை வளர்ப்பு மூலம் (in vitro cultivation) சோதனைச் சாலைகளில் மேற்கொள்வது தான் நுண்பெருக்கம். ஊட்ட வளர்ப்புத் தளம் (nutrient medium) ஒன்றில் உயிருள்ள தாவர செல், திசு அல்லது உறுப்பை வளர்ப்பது (cell, tissue and organ culture) இந்த நுண்பெருக்க முறையில் மேற்கொள்ளப்படுகிறது. செயற்கை திசுவளர்ப்பு மூலம் புதிய தாவரங்களை அதிக எண்ணிக்கையில் பெறலாம் என்ற கருத்தை முதன்முதலில் *1903ஆம்* ஆண்டு எடுத்துக் கூறியவர் ஜெர்மன் நாட்டைச் சேர்ந்த ஹேபர் லேண்ட் (Haberlandt) என்பவராவார். செயற்கை வளர்ப்பு ஊட்டத் தளத்தை நிர்ணயம் செய்து தரப்படுத்திய பெருமை நாப் (Knopp), காத்ரே (Gautheret), வைட் (White), முரசிகே (Murashige), ஸ்கூஜ் (Skoog), கேம்போர்க் (Gamborg) போன்றவர்களைச் சாரும். ஒரு காரட் தாவர உயிருள்ள செல்லிலிருந்து, ஒரு முழுத் தாவரத்தை செயற்கை வளர்ப்புத் தளத்தில் முதன்முதலில் *(1957ஆம் ஆண்டில்)* உருவாக் கிய பெருமை F.C.ஸ்டுவர்டு (F.C.Steward) என்பவரைச் சாரும். இதனைத் தொடர்ந்து, நுண்பெருக்கம் மற்றும் செயற்கை முறையில் தாவரங்களை உருவாக்கும் செயல்முறைகள் மேலும் பல பயிர்த் தாவரங்களுக்கு மற்றவர் களால் செப்பனிடப்பட்டன. அழியும் நிலை யில் உள்ள தாவரங்களையும் நுண்பெருக்க முறையில் இனப்பெருக்கம் செய்து அவற்றினைப் பாதுகாக்கும் முயற்சிகள் பலவும் மேற்கொள்ளப்பட்டுள்ளன.

ஜீன் பொறியியல் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட பின், ஜீன் பரிமாற்றத் தொழில்நுட்பம் ஆரம்பிக்கப்பட்டது. இந்தத் தொழில்நுட்பத் தில், தேவைப்படும் பண்பினை நிர்ணயிக்கும் ஜீனை (desired gene) அல்லது ஜீன்களை எந்த ஒரு உயிரியிலிருந்தும் *(அது பாக்டீரியமாகவோ, பிராணியாகவோ, தாவரமாகவோ இருக்கலாம்)* வேறு எந்த உயிரிக்கும் ஜீன் பொறியியல் முறைகள் மூலம் மாற்றலாம். கொடை உயிரி (Donor organism) ஒன்றிலிருந்து தேவைப்படும் ஜீன் பிரிக்கப்பட்டு, ஜீன்தாங்கி (vector = carrier of gene) *(ஜீன்தாங்கி ஒரு வைரஸாகவோ, பிளாஸ்மிடாகவோ, உலோகத் துகளாகவோ இருக்கலாம்)* ஒன்றின் வழியாக பெறும் உயிரிக்கு (recipient organism) மாற்றப்பட்டு உள்ளடக்கப்படலாம் (incorporated). *1989ஆம்* ஆண்டு ஜீன் பரிமாற்றம் செய்யப்பட்ட முதல் தக்காளித் தாவரம் உண்டாக்கப்பட்டது. இந்தத் தாவரத்தின் தக்காளிப் பழங்கள் சமையலறை யில் அழுகாமல் பல நாட்கள் இருக்கும் வகையில் (long shelf life) அதற்கான ஜீன்களைப் பரிமாற்ற முறையில் பெற்றதாகும். பின்பு, ஏற்றமிகு பண்புகள் பலவற்றைப் பெற்ற வேறுபல ஜீன் பரிமாற்றம் பெற்ற பயிர்த் தாவரங்கள் உருவாக்கப்பட்டன. இப்பொழுது நம்மிடையே ஜீன் பரிமாற்றம் பெற்ற அரிசி, தக்காளி, மக்காச்சோளம், சோயாபீன்ஸ், கடுகு, உருளைக்கிழங்கு போன்ற பல பயிர்த் தாவரங் கள் உள்ளன. ஜீன் பரிமாற்றம் செய்யப்பட்ட தாவரங்களாலும், ஜீன் மாற்றம் பெற்ற உணவுப்

பொருட்களாலும் (Genetically modified food or GM food) (சமையலறையில் மெண்டல் என்றும் கேலியாக அழைக்கப்படும்) பல்வேறு விதமான அபாயங்களும் ஏற்படலாம் என்று சுட்டிக் காட்டப்பட்டுள்ளன. சூழல் பாதுகாப்புப் பிரச்சனைகள், உணவுப் பாது காப்புப் பிரச்சனைகள், சமுதாய மற்றும் பொருளாதாரப் பிரச்சனைகள், நெறிசார் பிரச்சனைகள் மற்றும் சட்டப் பிரச்சனைகள் பல இந்த ஜீன் பரிமாற்ற உயிரிகளால் எழுந்துள்ளன. GM உணவு, பிராங்கன்ஸ்டீன் (Frankenstein) உணவு என்று அழைக்கப்படுவதற்குக் காரணம், அந்த உணவு உண்மையிலேயே உண்ணத் தகுந்ததா என்ற அச்சம் தான்.

தொழில்புரட்சிக்குப் பின்னால் வேளாண் தொழில்நுட்பமும் பல்வேறு வகைகளில் மேம்பாடு பெற்றது. விதையிடுவது தொடங்கி அறுவடை செய்யும் வரையில் அனைத்து வேளாண் செயல்களும் எந்திரமய மாக்கப்பட்டு விட்டன. அறுவடைக்குப்பின் மேற்கொள்ளப்படும் தொழில்நுட்ப செயல்கள் உலகின் பல பகுதிகளில் தானிய அழிவை குறிப்பிடத்தக்க அளவிற்குக் குறைத்துள்ளது. நீர்ப்பாசன வசதிகளும், செயல் முறைகளும் மிகச்சிறப்பாக மேம்படுத்தப்பட்டன.

இந்தியாவின் வடமேற்குப் பகுதியில் வேளாண்மை சிந்து சமவெளி நாகரிக காலத் திலும், தெற்கில் ஏறத்தாழ அதே சமயத்திலும் (அல்லது சற்று முன்னர்), அதாவது திராவிட நாகரிக காலத்திலும், துளிர்த்தன. சிந்து சமவெளியில் BCE 3000 ஆண்டிலிருந்து வேளாண் செயல்கள் உன்னத நிலையில் இருந்தன என்பதற்கு ஆதாரங்கள் உள்ளன. ஏர் பற்றி அறியாமல் இருந்தாலும், அவர்களிடம் பற்களைக் கொண்ட பரம்புக் கட்டையும் (= முட்கலப்பை) (harrow), இலகுடா (laguda) என்ற புராதனக் கலப்பைக் குச்சியும் இருந்தன. அவர்கள் பயிரிட்ட முக்கியப் பயிர்கள் கோதுமை, பார்லி, எள், பட்டாணி, பருத்தி, ஈச்சம், மாதுளை மற்றும் வாழை போன்றவை. வேளாண் நிலத்தில் வெள்ளப் பாசனம் செய்வது தொடர்பான சிறந்த தொழில் நுட்பத்தை அவர்கள் பெற்றிருந்தார்கள். கிணற்றிலிருந்து நீர் ஏற்றுவதற்கு அவர்கள் பயன்படுத்திய ஜாடிவகை மட்பாண்டம் (scored pottery) இன்றும் மத்தியகிழக்கு ஆசிய நாடுகளில் பயன்படுத்தும் பாண்டத்தை ஒத்துள்ளது.

வேதகாலத்திலும், திராவிட நாகரிக காலத்திலும், வேளாண்மை மிகச்சிறந்த தொழி லாகக் கருதப்பட்டது; எல்லாத் தொழிலையும் விட வேளாண்மை தலையாய தொழில் என்று கருதப்பட்டது. வேளாண் செயல்முறைகள் அனைத்திற்கும் சமுதாய மற்றும் தெய்வீக முக்கியத்துவங்கள் கொடுக்கப்பட்டன. வீட்டுச் சடங்குகளும் திருவிழாக்களும் நான்கு வேளாண் செயல்களான (agricultural operations) உழுதல், நடுதல், அறுவடை செய்தல் மற்றும் கதிரடித்தல் (threshing) காலங்களோடு ஒத்ததாக அமைக்கப்பட்டன. இந்தச் சடங்குகள் மற்றும் விழாக்களின்போது கால்நடைகளும், குதிரை களும் அதிக அளவில் பராமரிக்கப்பட வேண்டி யிருந்தன. வேளாண் தொழிலைக் குறிக்கும் வேதச்சொல் கிருஷி (Krsi) ஆகும்; இதன் பொருள் 'உழுதல்' ஆகும். வேத நூல்களில் குறிப்பிடப்பட்டுள்ள முக்கிய வேளாண் கருவிகள் கலப்பை, கதிர் அரிவாள் (sickle) மற்றும் சல்லடை ஆகும்; முறத்தின் மூலம் தூற்றி தானியங்களை பிரித்தெடுக்கும் முறை வழக்கத்திலிருந்தது. எருதுகளால் இழுக்கப் பட்ட ஏர் பயன்படுத்தப்பட்டது. சாணம் எருவாகப் பயன்படுத்தப்பட்டது. பயிரிடப் பட்ட முக்கிய தாவரங்கள் கோதுமை, நெல் (ரிக் வேதத்தில் குறிப்பிடப்படவில்லை எனினும், அதர்வண வேதத்திலும், சம்ஹிதங்களிலும் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது), பார்லி போன்றவை. பல்வேறு வகை நெல்கள் பயிரிடப்பட்டதாகக் குறிப்புகள் உள்ளன. பயிர்ச் சுழற்சி (rotation of crops) வழக்கத்திலிருந்தது; கோடையில் நெல்லும், குளிர்காலத்தில் பயறு வகைகளும் மாற்றி மாற்றி பயிரிடப்பட்டன. நீர்ப்பாசன தொழில் நுட்பங்களை மக்கள் அறிந்திருந்தனர்.

வளர்ப்புப் பிராணிகளாக காளைகள், பசுக்கள், ஆடுகள், செம்மறி ஆடுகள், எருதுகள் இருந்தன.

வேத காலத்திற்குப் பின்பு, அரசர்களின் ஆதரவினால் வேளாண்மை மிகச் சிறந்த முன்னேற்றங்களைக் கண்டது. அர்த்தசாஸ்திரம் வேளாண் அறிவியல் பற்றியும், வேளாண்மை இயக்குநர்கள் பற்றியும் விவரங்கள் கொண்டுள்ளது. அரசர்கள் நீர்ப்பாசன செயல் திட்டங்கள் பலவற்றைத் தம்முடைய செலவில் செயல்படுத்தினர். நிலங்கள் பயிரிடத் தகுந்தவை, பயிரிடத்தகாதவை மற்றும் மேய்ச்சல் நிலங்கள் என பாகுபடுத்தப்பட்டன. பயிரிடப்பட்ட முக்கியப் பயிர்கள் நெல், எள், கீரைகள், கடுகு, கோதுமை, கொள்ளு போன்றவை.

CE 1200 ஆண்டுவரை இந்தியாவின் பல்வேறு பகுதிகளில் பலவகையான வேளாண் பொருட்கள் உற்பத்தி செய்யப்பட்டன. தொடர்ந்து அரசர்களின் ஆதரவு இருந்தது. வேளாண்மைக்காக தரிசு நிலங்கள் இலவசமாக ஒதுக்கப்பட்டன. இக்காலத்து வேளாண்மை குறித்து அமரா (Amara) மற்றும் வராகமிஹிரா எழுதிய படைப்புகள் பல விவரங்களைக் கொடுத்துள்ளன. ***Amara Kosa*** என்ற நூலில் நிலங்களின் வகைபாடும், நிலப்பயன்பாட்டின் அடிப்படைகளும் விளக்கப்பட்டுள்ளன. ***Krsi-Parasara*** மற்றும் ***Vrksayurveda*** போன்ற நூல்கள் வேளாண்மை மற்றும் தோட்டக்கலைக் கென்றே எழுதப்பட்ட நூல்களாகும். பல இயற்கை உரங்கள் பற்றி இந்த நூல்களில் விளக்கப்பட்டுள்ளன. சீனாவிலிருந்து இந்தியாவில் பயணம் மேற்கொண்ட ஹுவான்சுவாங் தன்னுடைய நூலில் இந்திய வேளாண் மற்றும் தோட்டவியல் பொருட்கள் பற்றி விவரித்துள்ளார். அவருடைய நூலில் நெல், கோதுமை, இஞ்சி, கடுகு, புளி, மா, முலாம்பழம், விளாம்பழம், பேரி, பிளம் போன்ற பயிர்கள் பற்றிய விவரங்கள் கொடுத்துள்ளார். இந்தக் காலகட்டத்தில் பயன்படுத்தப்பட்ட வேளாண் கருவிகள் கலப்பை, நுகத்தடியின் பிணைப்பூசி (pin of yoke), பரம்புக்கட்டை (=முட்கலப்பை), கலப்பையின் அச்சுத் தண்டு (shaft), தாற்றுக்கோல் (goad), மண்கிளரி, மண்வெட்டி (spade), கதிர் அரிவாள், கதிர் அடிக்கும் கருவிகள் மற்றும் தானியங்களைப் பிரிக்கும் முறம் போன்ற கருவிகள் போன்றவையாகும். பயிர்களின் பல நோய்களும் அவற்றைப் போக்கும் வழிமுறைகளும் இக்காலத்தில் தெரிந்திருந்தன. பிராணி வளர்ப்பு மிகச் சிறந்த நிலையில் இருந்தது. வீட்டுப் பிராணிகள் மிகுந்த மரியாதையுடனும், தெய்வீகத்துடனும் கருதப்பட்டன. ***Krsi-Parasara*** என்ற நூலில் வீட்டு வளர்ப்புப் பிராணிகளை எவ்வாறு வளர்ப்பது என்பது பற்றிய விதிமுறைகள் கூறப்பட்டுள்ளன. இப்பிராணிகளுக்கு ஏற்படும் நோய்கள் பற்றியும் அவற்றிற்கான சிகிச்சை முறைகளும் கூறப்பட்டுள்ளன.

இடைக்காலத்தில், முந்தையக் காலங்களில் பயிரிடப்பட்ட அதே பயிர்களைத் தவிர பல புதிய பயிர்கள் நுழைக்கப்பட்டன. பருத்தியும், கரும்பும் சமவெளிப் பகுதிகளிலும், மிளகும், குங்குமப் பூவும் மலைப்பகுதிகளிலும் பயிரிடப்பட்டன. இஞ்சி, கிராம்பு, ஏலம், சந்தனம், தென்னை, இன்டிகோ போன்ற ஏற்கனவே வழக்கத்திலிருந்த பயிர்களைத் தவிர புதிய பயிர்களாகப் புகையிலை, மிளகாய், உருளைக்கிழங்கு, கொய்யா, சீதாப்பழம், முந்திரி, அன்னாசி போன்றவை 16 மற்றும் 17ஆம் நூற்றாண்டுகளில் பயிரிடப்பட்டன. காபியும், தேயிலையும் சற்று பின்னால் நுழைக்கப்பட்ட புதிய பயிர்களாகும். தோட்டத் தாவரங்களான ரோஜா போன்றவை முகலாய பேரரசு காலத்தில் புதிதாகப் புகுத்தப்பட்டன. நீர்ப்பாசன வசதிகள் பெருகின. சோழ அரசினால் கட்டப்பட்ட கல்லணை (1080 அடி நீளம், 40-60 அடி அகலம்) பொறியியல் திறமையின் சின்னமாக இன்றும் திகழ்கிறது. CE 1291 ஆம் ஆண்டு கட்டப்பட்ட பொருமாமில்லா (Porumamilla) பெரியகுளம் (6250 கஜம் நீளம், 83 கஜம் உயரம், 10 கஜம் அகலம்) மற்றொரு சிறப்புமிக்க அமைப்பாகும். இவற்றைத் தவிர கிணறுகள், குளங்கள், வாய்க்கால்கள் போன்ற

வையும் அதிக அளவில் அமைக்கப்பட்டன. மழைநீர் பிடிப்பு மற்றும் சேமிப்புத் தொழில் நுட்பங்கள் மிகவும் சிறந்து விளங்கின. புதிய வேளாண் கருவிகள் நிர்மாணிக்கப்பட்டு பயன்படுத்தப்பட்டன. இவற்றில் மிக முக்கிய மானது மரத்தால் ஆன விதை விதைக்கும் பொறியாகும்.

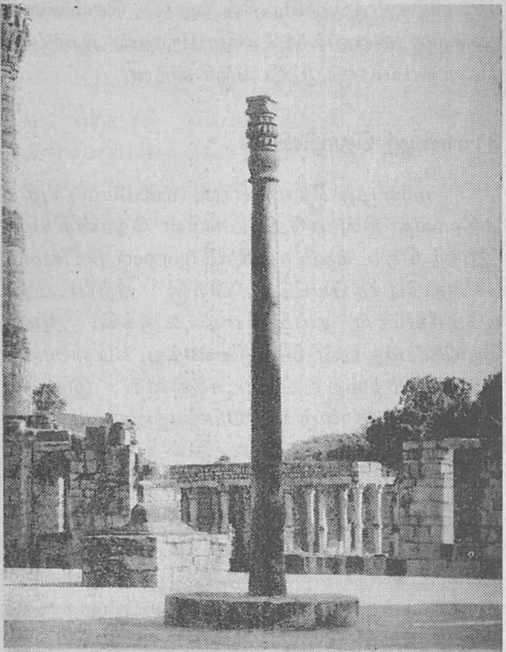
கடந்த இரண்டு நூற்றாண்டுகளில் உழுதல், விதைத்தல், நீர்ப்பாசனம் மற்றும் அறுவடை போன்ற செயல்களுக்கான பல எந்திரங்கள் அதிக அளவில் பயன்படுத்தப்பட்டு வந்துள்ளன. அதிக மகசூல் தரும் பயிர் இரகங்கள் பல புகுத்தப்பட்டுள்ளன. பல வேளாண் ஆய்வு நிலையங்களும், விரிவாக்க மையங்களும் ஏற்படுத்தப்பட்டுள்ளன. அதிக எண்ணிக்கையில் அணைகளும், நீர்ப்பாசன வசதிகளும் பெருக்கப்பட்டுள்ளன.

பசுமைப் புரட்சி 1968ஆம் ஆண்டு அப்போதைய மத்திய வேளாண்துறை அமைச்ச ரான திரு. சி.சுப்ரமணியம் அவர்களின் ஆதர வோடு முனைவர் M.S.சுவாமிநாதன் அவர் களால் புகுத்தப்பட்டது. இதற்கு மிகுந்த ஊக்கமும், உற்சாகமும், கருத்துக்களும் நல்கியவர் நார்மன் போர்லாக் (Norman Borlaug) ஆவார். பசுமைப் புரட்சியின் போது வேதிய உரங்கள், பூச்சிக் கொல்லிகள், அதிக மகசூல் தரும் பயிர் இரகங் கள் ஆகிய மூன்றும் கலந்து செயல்படுத்தப் பட்டதால், உணவு உற்பத்தி மிக அதிக அளவுக்குப் பெருகியது. அதிக ஜனத்தொகைப் பெருக்கம் இருந்தபோதிலும், பசுமைப் புரட்சியின் காரணமாக உணவு உற்பத்தி நம்முடைய தேவைக்கு அதிகமாகவே இருந்தது. பசுமைப்புரட்சியினால் உணவுத் தட்டுப்பாடு ஏற்படவில்லை எனினும், அது மிகப் பெரிய வெற்றி அடையவில்லை என்ற எண்ணமும் ஒரு சாராரிடம் இருந்து வருகிறது. கலோரி அதிகம் கிடைக்கும் அளவில் உணவு உற்பத்தி இருந்தபோதிலும், பசுமைப்புரட்சி ஊட்டக் குறைவை (malnutrition) முற்றிலும் குறைக்கவில்லை என்ற கருத்து நிலவி வருகிறது. எனினும், ஊட்டக்குறைவைச் சமாளிக்கும் முயற்சிகளில் அரசும், சென்னையி லுள்ள முனைவர் M.S.சுவாமிநாதன் ஆராய்ச்சி நிலையமும் ஈடுபட்டு வருகின்றன.

3) மாழைத் தொழிலியல்

மாழைத் தொழிலியல் (metallurgy) புதிய கற்காலத் தில் சுமேரியாவில் தோன்றியது. இந்தத் தொடக்கம் தாமிரம் (copper) (=செம்பு) கண்டுபிடிக்கப்பட்ட பிறகு ஏற்பட்டது. சுமேரியர்கள் தாமிரத்தை உருக்கி, அதை வெள்ளீயத்துடன் (tin) இணைத்து, கடினமாக்கி வெண்கலத்தை உண்டாக்கினர். இதுவே வெண்கலக் காலம் உருவாகுவதற்கு காரணமா கியது. வெண்கலக் காலத்தில் உலோகங்கள் அதிக அளவில் பல்வேறு செயல்களுக்காகப் பயன்படுத்தப்பட்டன. கோடாலிகள், கத்திகள், ஈட்டிகள், வாள்கள் மற்றும் வீட்டு உபயோகப் பொருட்கள் போன்றவை உலோகங்களினால் தயாரிக்கப்பட்டன. வெண்கல காலத்தைத் தொடர்ந்து இரும்புக் காலம் தொடங்கியது. தாமிரத்தை விட இரும்பு புவியில் அதிக அளவில் கிடைத்ததாலும், ஆயுதங்கள் தயாரிக்க வெண்கலத்தைவிட இரும்பு உகந்ததாக இருந்ததாலும், இரும்புக் காலம் சிறந்ததாக அமைந்தது. 4000 ஆண்டுகளுக்கு முன்பே ஆர்மேனியர்கள் (Armenians) இரும்பு உருக்கும் தொழில் நுட்பத்தில் சிறந்து விளங்கினார்கள். இவர்களைத் தொடர்ந்து - எகிப்தியர்கள் இரும்பை மிருதுவாக்கும் (tempering) தொழில் நுட்பத்தில் வல்லவர்களாக இருந்தனர்.

இந்தியாவின் மாழைத் தொழிலியல், சுமேரியாவின் மாழைத் தொழிலியல் போன்றே மிகவும் பழமையானது. BCE 3000 ஆண்டின் போதே சிந்துசமவெளியில் தலைசிறந்த கருமான்கள் இருந்தார்கள் என்பதற்கு அங்கு கிடைத்த உலோக மணிகளும் (Beads), தகடு களும் சான்று பகர்கின்றன. அவர்கள் உலோகங் களில் தறைவு செய்தல் (riveting), வளைத்தல் (coiling), வார்ப்பு செய்தல் (casting) போன்ற தொழில்நுட்பங்களை அறிந்திருந்தனர். தாமிரத்தாலும், வெண்கலத்தினாலுமான பல



படம் IX.2. டெல்லியில் உள்ள துருப்பிடிக்காத தூண்

உலோகக் கருவிகள் சிந்து சமவெளி அகழ் வாராய்ச்சியில் கிடைத்தாலும், இரும்பினால் ஆன கருவிகள் கிடைக்கப் பெறவில்லை. வேதகாலத்தில் (ஏறத்தாழ BCE 1500-600) தங்கம், தாமிரம், வெண்கலம், ஈயம், இரும்பு போன்ற உலோகங்களைப் பயன்படுத்தினர். இரும்பினால் செய்யப்பட்ட பல பொருட்கள் வடமேற்கு இந்தியாவின் பல பகுதிகளிலும், தென்னிந்தியாவின் ஆதிச்சநல்லூரிலும் அகழ்வாராய்ச்சியின் போது கண்டுபிடிக்கப் பட்டுள்ளன. வேத காலத்திற்குப் பின்பு இரும்புக் கருவிகளும், உபகரணங்களும், பரவலாகவும், அதிகமாகவும் பயன்படுத்தப்பட்டன. இரும்பினால் ஆன கருவிகளில் முக்கிய மானவை கடப்பாரை, கத்திகள், கொக்கிகள், கதிர் அரிவாள்கள், அம்புகள், நிலக்கொத்திகள், வளையங்கள், ஆணிகள் போன்றவையாகும்.

இதைத் தொடர்ந்த காலத்தில் உலோகம் சார்ந்த தொழில்நுட்பம் மேலும் பல முன்னேற்றங்களைக் கண்டது. டெல்லியில் உள்ள சிறப்பு வாய்ந்த பழமையான இரும்புத் தூண் இன்றும் துருப்பிடிக்காமல் இருப்பது, இந்தியர்களின் மாழைத் தொழிலியல் நுட்பத்தின் உன்னதத்தைக் காட்டுகிறது (படம் IX.2).

4) கண்ணாடியும் கண்ணாடியாலான கருவிகளும்

கண்ணாடி எவ்வாறு, எங்கு, எப்பொழுது கண்டுபிடிக்கப்பட்டது என்பது எவரும் சரியாக அறிந்துகொள்ள முடியாத செய்தியாக இன்றும் உள்ளது. நமக்குக் கிடைத்துள்ள ஆதாரங்களின்படி கண்ணாடி முதன்முதலில் உலகின் மத்திய கிழக்குப் பகுதியில் (அதாவது எகிப்து மற்றும்மெசோபடோமியா) ஏறத்தாழ BCE 3000 முதல் 2000 ஆண்டுகளுக்கு முன்பு தோன்றியிருக்கலாம் என்று நம்பப்படுகிறது. எனினும், CE 8000 ஆண்டுகளிலேயே மட்பாண்டங்களில் பளபளப்பு ஏற்றும் தொழில்நுட்பம் காணப்பட்டதற்கான ஆதாரங்களும் உள்ளன. மிகச் சிறந்த உரோமானிய வரலாற்று அறிஞரான பிளைனி (CE 23-79) கூற்றுப்படி கண்ணாடியைத் தற்செயலாக பீனிசியன் வர்த்தகர்கள் (Phoenician traders) தான் நிச்சயமாகக் கண்டுபிடித்தார்கள். எகிப்தியர்கள் BCE 1500 ல் கண்ணாடிப் பாண்டங்களை தயாரிக்கும் முறையை அறிந்திருந்தனர். கண்ணாடி உற்பத்தி பற்றிய முதல் விளக்க நூல் BCE 650 ல் அஸ்ஸிரியன் கல் பலகைகளில் (tablet) உண்டாக்கப்பட்டது. 2000 வருடங்களுக்கு முன், சிரியா நாட்டு மக்கள் கண்ணாடியை உருக்கி ஊதும் (glass blowing) முறையைக் கண்டுபிடித்தனர். இந்தக் கலையைப் பின்னர் இரோமானியர்கள் கற்று அவர்கள் மூலம் ஐரோப்பாவிற்கு எடுத்துச் செல்லப்பட்டது. இந்தியாவில், கண்ணாடியில் இருந்து மணிகள் மற்றும் வளையல்கள் செய்யும் தொழில்நுட்பம் BCE 1000-750 ஆண்டுகளுக்கு முன்பு இருந்ததற்கான ஆதாரங்கள் உள்ளன. எனினும், BCE 6ஆம் நூற்றாண்டுக்கு

பின்புதான் இந்தக் கண்ணாடி தொழில்நுட்பம் மிகவும் பிரபலமாகியது. பல்வேறு அளவுகளிலும், உருவங்களிலும், நிறங்களிலும் கண்ணாடி மணிகள் செய்யப்பட்டன. வடமேற்கு இந்தியா, தட்சசீலம் மற்றும் தென் இந்தியாவில் அரிக்கமேடு போன்ற இடங்களில் மேற்கொள்ளப்பட்ட அகழ்வாராய்ச்சிகள் இதற்கான ஆதாரங்களை நல்குகின்றன.

*13*ஆம் நூற்றாண்டில் ஐரோப்பாவில் வெனிஸ் நகரம் கண்ணாடிப் பொருட்களின் உற்பத்திக்கு மையமாகத் திகழ்ந்தது. வரலாற்று அடிப்படையில் பார்க்கும்போது, கண்ணாடி ஐந்துவிதமான வகைகளில் இடத்திற்கு ஏற்ப பயன்படுத்தப்பட்டிருக்கிறது: (i) யூரேசியாவில் (Eurasia) கண்ணாடி மணிகள், எண் காட்டிகள் (counters), பொம்மைகள் மற்றும் நகைகள்; இந்தியாவில் குறிப்பாக, கண்ணாடி மணிகள் (ii) உரோமிலும், வெனிஸிலும் கண்ணாடி பாத்திரங்கள், குடுவைகள், கொள்கலன்கள் (iii) உலகின் பல்வேறு பகுதிகளில் கண்ணாடி சாளரங்கள் (iv) **16**ஆம் நூற்றாண்டில் முதன் முறையாக வெனிஸில் முகம் பார்க்கும் கண்ணாடிகள் (mirrors), அரிதாக இந்தியாவில் மற்றும் (v) உருப்பெருக்கு கண்ணாடி வில்லைகள் (lens), மூக்குக் கண்ணாடிகள் மற்றும் பட்டகங்கள் (prisms). கண்ணாடி சார்புடைய உபகரணங்களும், கருவிகளும், அவற்றால் விளைந்த ஆய்வு கண்டுபிடிப்புகளும் உயிரியல், வானியல், இயல்பியல், வேதியியல் மற்றும் கனிப்பொருளியல் (mineralogy) போன்ற அறிவியல் துறைகளை ஆதிக்கம் செலுத்தியன; இன்றும் ஆதிக்கம் செலுத்துகின்றன. இவற்றில் முக்கியமானவை: உருப்பெருக்கு வில்லைகள் (lenses), நுண்நோக்கிகள், தொலை நோக்கிகள் மற்றும் நிறநிரல் கருவிகள் (பார்க்க, கட்டம் IX.4).

கட்டம் IX.4. நுண்நோக்கிகள், தொலைநோக்கிகள் மற்றும் நிறநிரல் கருவிகள்

முதல் நுண்நோக்கிகள் எப்பொழுது கண்டுபிடிக்கப்பட்டன என்பது எவருக்கும் தெளிவாகத் தெரியாது. ஒரே ஒரு கண்ணாடி உருப்பெருக்கு வில்லையைப் (lens) பயன்படுத்தி ஒரு பொருளைப் பெரிதாக்கினால், அது எளிய நுண்நோக்கி (simple microscope) ஆகும். இரண்டு அல்லது மேற்பட்ட உருப்பெருக்கு வில்லைகளைக் கூட்டாகப் பயன்படுத்தி ஒரு பொருளைப் பெரிதாக்கினால், அது கூட்டு நுண்நோக்கி (compound microscope) ஆகிறது. கிரேக்கர்களுக்கு முன்பே அஸ்ஸிரியன்கள் உருப்பெருக்கு வில்லைகளைப் பயன்படுத்தினார்கள் என்று கருதப்படுகிறது. செனிகா (Seneca) என்ற உரோமானிய தத்துவஞானி சுத்தமான ஒரு நீர்த்துளி, உருப்பெருக்க வில்லையாகச் செயல்பட்டு எழுத்துக்களைப் பெரிதாக்கும் என்று எடுத்துக்காட்டினார். பாம்பைய் (Pompeii) மற்றும் நினேவே (Nineveh) ஆகியவற்றின் அழிபாடுகளில் (ruins) அரைத்துத் தேய்த்த உருப்பெருக்கு வில்லைகள் (ground lenses) கிடைக்கப்பெற்றுள்ளன. 13ஆம் நூற்றாண்டில் கான்ராட் ஜெஸ்னர் என்ற ஸ்விட்சர்லாந்து நாட்டவர் உருப்பெருக்கு வில்லையைப் பயன்படுத்தியுள்ளார். உருப்பெருக்கு வில்லை தயாரித்து வந்த ஹாலந்து நாட்டு ஜக்காரியாஸ் யான்சன் என்பவர் தான் 1590ஆம் ஆண்டுவாக்கில் முதன்முதலாக ஒன்றுக்கும் மேற்பட்ட வில்லைகளைப் பயன்படுத்தி, அதிக உருப்பெருக்குத் திறன் கொண்ட கூட்டுநுண்நோக்கியைக் கண்டுபிடிதிருக்கலாம் என்று கிடைத்துள்ள ஆதாரங்கள் தெரிவிக்கின்றன. 17ஆம் நூற்றாண்டின் மையப் பகுதியில், ஆண்டன்ஃபான் இலோவென்ஹூக் என்பவர் 275 மடங்கு பெரிதாக்கிக் காட்டக்கூடிய நுண்நோக்கியை அமைத்தார். நுண்நோக்கியைப் பயன்படுத்தி அவரும், இராபெர்ட் ஹூக்கும் பல புதிய அறிவியல் கண்டுபிடிப்புகளை ஏற்படுத்தினர். இராபெர்ட் ஹூக் ***Micrographia*** (=**நுண்படங்கள்**) என்ற நூலை 1665ஆம் ஆண்டு எழுதினார். இதில் 57 மிக அழகான மற்றும்

மிகவும் சரியான நுண்படங்கள் இடம்பெற்றன. இதைத் தொடர்ந்த வருடங்களில் கூட்டு நுண்ணோக்கி மேலும் சீராக்கப்பட்டு, அமைப்பிலும், செயலிலும் வியத்தகு முன்னேற்றங்களைப் பெற்றது. ஒளியின் பல்வேறு பரிமாணங்களான முனைவாக்க ஒளி (Polarization light), இடையீட்டுத் தடுப்பு ஒளி (interference light), மாறுபாட்டலை ஒளி (phase contrast), கருமைத்தள ஒளி (dark field light) மற்றும் ஒளிர்தல் ஒளி (fluorescence light) போன்றவற்றைக் கொடுக்கும் ஒளிக் கருவிகள் பயன்படுத்தப்பட்ட நுண்ணோக்கிகள் உண்டாக்கப்பட்டன. 1930ஆம் ஆண்டுகளில் எலக்ட்ரான் நுண்நோக்கி உருவாக்கப்பட்டது. இதில் ஒளிக்குப் பதிலாக எலக்ட்ரான்களும், ஒளிப்பெருக்கு வில்லைகளுக்குப் பதிலாக காந்தங்களும் பயன்படுத்தப்பட்டன. உருப்பெருக்குத்திறன் கூட்டு ஒளி நுண்ணோக்கியில் அதிக அளவு 2000 மடங்காகத்தான் இருக்கிறது. ஆனால் எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கி ஏறத்தாழ 3,00,000 மடங்குகள் உருப்பெருக்குத் திறன் வாய்ந்தது. செல்கள், வைரஸ்கள், மீநுண்துகள்கள் போன்றவற்றின் அமைப்புகளை எளிதாக அறிய இத்தகைய நுண்ணோக்கிகள் பெரிதும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

நுண்ணோக்கிகளின் வளர்ச்சியோடு, மூக்குக் கண்ணாடிகளின் வளர்ச்சியும் முன்னேறியது. குவி வில்லைகளைப் பயன்படுத்தி மூக்குக் கண்ணாடிகள் முதன்முதலில் வெனிஸ் நகரில் CE 1300 ஆம் ஆண்டு தயாரிக்கப்பட்டன. CE 1500ஆம் ஆண்டு குழிவில்லைகள் சீராக்கப்பட்டுத் தயாரிக்கப்பட்டன. 1609-ல் ஹான்ஸ் இலிப்பாசே என்ற ஹாலந்து நாட்டு மூக்குக் கண்ணாடித் தயாரிப்பாளர், எதிர்பாராத விதமாகத் தொலைநோக்கியைக் கண்டுபிடித்தார். அவருடைய சிறுவயது உதவியாளர் கடையிலிருந்து தெருவில் செல்லும் பெண்களை நன்றாகப் பார்ப்பதற்காக இரண்டு உருப்பெருக்கு வில்லைகளை ஒன்றாக வைத்துப் பார்ப்பதைக் கவனித்த அவருக்கு, தொலைநோக்கியை உருவாக்கும் எண்ணம் பொறிதட்டியது. உடனே, அவர் ஒரு குழாயில் இரண்டு உருப்பெருக்கு வில்லைகளை இரண்டு வெவ்வேறு இடங்களில் பதித்து, முதல் தொலைநோக்கியை உருவாக்கினார். பின்பு தொலைநோக்கியில் பல்வேறு மாற்றங்களை ஏற்படுத்தி அதை ஒரு சீரான கருவியாக மாற்றினார். இதனைக் கேள்விப்பட்ட கலிலேயோ, தானே ஒரு தொலைநோக்கியை வேறு சில மாற்றங்களைச் செய்து உருவாக்கி அதன் மூலம் மிக முக்கியமான வானியல் கண்டுபிடிப்புகளை நிகழ்த்தினார். இப்பொழுது நம்மிடம் மிகவும் உயர்தரமான முற்போக்குத் தொலைநோக்கிகளான கெக் (Keck), கிரீன்பாங்க் (Green Bank), ஹப்பில் போன்றவை உள்ளன. ஹப்பில் மற்றும் ஜேம்ஸ் வெப் (James Webb) தொலைநோக்கிகள் இன்னும் முற்போக்கான வடிவங்களில் நிர்மாணிக்கப்பட்டு வருகின்றன.

நிறநிரல் கருவிகள் வேதியப் பொருட்களைக் கண்டறிய, மற்றும் இனங்காண மிகவும் பயன்படுகின்றன. ஃபிராயன்ஹோஃபர் (Frauenhofer) என்பவரின் படைப்புகளின் அடிப்படையில் தான் நிறநிரல் கருவிகள் (spectroscope) அமைக்கலாம் என்ற எண்ணம் உருவாகியது. இவர் மிகச் சிறந்த பட்டகங்களை (prisms) தயாரித்தார். இவர் உருவாக்கிய ஒரு பட்டகம் சூரியனின் வெண்மை ஒளியை கணக்கற்ற (குறைந்தபட்சம் 600) கருப்புக் கோடுகளாக பிரித்தது; இந்தக் கோடுகளில் ஒரு சில பட்டையாகவும், சில மெல்லியதாகவும் காணப்பட்டன. இந்தக் கோடுகள் ஃபிராயன்ஹோஃபர் கோடுகள் (lines) என்று அழைக்கப்பட்டன. கோடுகளின் வகைகளும், எண்ணிக்கையும் ஒளியின் மூலத்தைப் (source) பொருத்து மாறும் (நட்சத்திரங்கள், கோள்கள், சூரியன் போன்றவற்றின் ஒளிகள் ஏற்படுத்தும் கோடுகள் வெவ்வேறு விதமாக இருக்கும்). இதற்கு 50 வருடங்களுக்குப் பின்பு, குஸ்டாவ் கிர்ச்சாஃப் மற்றும் இராபெர்ட் வில்ஹெல்ம் புன்சென் ஆகிய இருவரும் ஃபிராயன் ஹோஃபர் கோடுகளின் அடிப்படையில் நிறநிரல் கருவியை உருவாக்கினர். இது வேதியியல்

மற்றும் உயிரியல் ஆய்வாளர்களுக்கு மிகப் பெரிய வரப்பிரசாதமாக அமைந்தது; இதனைப் பயன்படுத்தி பல்வேறு தனிமங்களையும், வேதிப் பொருட்களையும் இனங்கண்டறிய முடிந்தது. நிறநிரல் கருவி பல வகைகளில் முன்னேற்றமடைந்துள்ளது. பார்க்கக் கூடிய ஒளி, UV, அகச்சிவப்பு (infra red, IR), நுண்ணலை எலக்ட்ரான் சுழற்சி எதிரொளி (ESR), உட்கருவின் காந்த எதிரொளி (NMR) போன்றவைகளுக்குப் பயன்படுத்தப்படும் நிறநிரல் கருவிகள், தற்பொழுது வழக்கத்தில் உள்ளன. இவற்றின் மூலம் எந்தவித வேதியப் பொருளாக இருந்தாலும் இனங்கண்டுபிடிக்க முடியும்.

5) பயனுள்ள வேதியப் பொருட்களும் உற்பத்திப் பொருட்களும்

பல பயனுள்ள வேதியப் பொருட்கள், அனங்கக மருந்துகள் மற்றும் வேதியச் செயல் நிகழ்வுகளால் ஏற்படும் பயனுள்ள வினைப் பொருட்கள் (முடிவுப் பொருட்கள் - end products அல்லது கிளைப் பொருட்கள் - byproducts) பெரும்பாலும் எதிர்பாராத விதமாகத்தான் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன என்பது பற்றி வரலாறு அடிக்கடி சுட்டிக்காட்டுகிறது. இரசவாதம், மாயாஜாலம், சூனியம் மற்றும் பல்வேறு வித மோசடி வேலைகளுடனும் தொடர்புடையவர் களாகக் கருதப்பட்டாலும், இதற்கான அடிப்படைப் படைப்புகள் இரசவாதிகளால் தான் பெரும்பாலும் செய்யப்பட்டன. இரசவாத மும் மாழைத் தொழிலியலும் இரசவாத அடிப்படையில் தான் உலகின் பல்வேறுப் பகுதிகளில் தோன்றின. இரசவாதம் இரண்டு முக்கிய நோக்கங்களோடு தொடர்புடையது: (i) அடிப்படை உலோகங்களான ஈயம், வெள்ளீயம், பாதரசம் அல்லது தாமிரத்தை உயர்ந்த உலோகங்களான (noble metals) தங்கம், வெள்ளி போன்றவைகளாக மாற்ற முயற்சித்தல், மற்றும் (ii) இறப்பே இல்லாத வாழ்வை உண்டாக்கும் காயகல்பத்தை (elixir of life) தயாரித்தல். இந்த இரண்டு நோக்கங்களை அடைய, உலோகங்கள், தனிமங்கள் மற்றும் தாவரங்கள் போன்றவற்றைப் பயன்படுத்தி இரசவாதிகள் பல்வேறு சிக்கலான வேதிய நிகழ்வுகளிலும், இரகசியமான செயல்களிலும் ஈடுபட்டனர். அவர்களிடம் பல்வேறு வகை யான பரிசோதனைக் கூடங்கள் இருந்தன.

நிலக்கரி, நீர் போன்ற மூலப்பொருட் களைப் பயன்படுத்தும் பல்வேறு வேதிய தொழில்கள் 19ஆம் நூற்றாண்டில் தோன்றின. இவற்றில் முக்கியமானவை வெடிப் பொருட் கள், சாயங்கள், வாசனைப் பொருட்கள், பிளாஸ்டிக் போன்றவை. முதல் செயற்கை வெடிப் பொருளான நைட்ரோசெல்லுலோஸ் (nitrocellulose) (துப்பாக்கி பருத்தி - gun cotton - என்றும் அழைக்கப்பட்டது) முற்றிலும் எதிர் பாராத விதமாக கிறிஸ்டியன் ஷோன்பெயின் (Christian Schonbein) என்பவரால் 1846ஆம் ஆண்டு கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. அவருடைய சோதனைச் சாலையில் அவர் ஒருநாள் ஆய்வு செய்து கொண்டிருந்தபோது, நைட்ரிக் அமிலம் சற்று சிந்தி விட்டது. இவற்றைத் துடைக்க தன்னுடைய மனைவியின் மேலாடைத் துணி யைப் பயன்படுத்தியபோது, மிகுந்த வெடிச் சப்தத்துடன் துணி காணாமல் போய்விட்டது. துணியின் செல்லுலோஸ் இந்த அமிலத்தோடு இணைந்து நைட்ரோ - செல்லுலோஸ் என்ற வெடிப்பொருள் தோன்று கிறது என்று இவர் கண்டுபிடித்தார். இதைத் தொடர்ந்து அதே வருடம் நைட்ரோகிளசரின் (nitroglycerine) என்ற வெடிபொருள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இது மிகவும் நிலையற்ற பொருள். இது பாறைகளை வெடிக்கச் செய்யவும், மலைகளில் துளைப் பாதைகள் (tunnels) உருவாக்கவும் பயன்படுத்தப் பட்டது. எனினும், இவற்றின் நிலையற்ற தன்மையின் வீரியத்தைக் குறைக்கும் முயற்சி கள் பல மேற்கொள்ளப்பட்டு, ஓரளவு பாதுகாப்புடன் பயன்படுத்தக் கூடிய கார்டைட் (cordite) மற்றும் டைனமைட் (dynamite) போன்ற பொருட்கள் உண்டாக்கப்பட்டன.

பண்டைய காலத்தில் சுமேரியா, இந்தியா, சீனா, எகிப்து போன்ற நாடுகளில் இயற்கைச் சாயங்கள் (தாவரங்களிலிருந்தும், பிராணிகளிலிருந்தும் பெறப்பட்டவை) பயன் படுத்தப்பட்டாலும், வேதியச் சாயங்களும், சாயத் தொழிலும் எதிர்பாராத விதமாக இங்கிலாந்து நாட்டு வேதியியல் நிபுணரான வில்லியம் பெர்க்கின் (William Perkin) என்பவரால் 1856ஆம் ஆண்டு கண்டுபிடிக்கப் பட்டன. அனிலின் (aniline) என்ற வேதியப் பொருளிலிருந்து முதன்முதலில் ஊதா வகைச் சாயத்தை அவர் கண்டுபிடித்தார். உண்மையில் அவர் மலேரியா நோய்க்கான மருந்தான குவினைனை (quinine) செயற்கை முறையில் கண்டுபிடிக்க முயன்றபோது, எதிர்பாராத விதமாக இந்தச் சாயத்தைக் கண்டுபிடித்தார். இந்தக் கண்டுபிடிப்பு மூலம் மிகப் பெரிய செல்வந்தரும் ஆனார். அனிலின் பென்ஸீனி லிருந்து (benzene) பெறப்படுகிறது. இதைத் தொடர்ந்து 1857ஆம் ஆண்டு ஹாஃப்மேன் (Hofmann) என்பவரால் மஜந்தா (Majenta) நிறச் சாயமும், 1868ஆம் ஆண்டு கார்ல் கிரேபே (Carl Graebe) என்பவரால் ஆரஞ்சுச் சிவப்பு அலிஜாரின் (alizarin) என்ற சாயமும், 1880ஆம் ஆண்டு அடால்ஃப் ஃபான் பேயரின் (Adolf von Baeyerin) என்பவரால் இண்டிகோ (indigo) சாயமும், 1875ஆம் ஆண்டு பெர்க்கின் என்பவ ரால் கூமாரின் (coumarin) என்ற சாயமும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. கூமரின் ஒரு நறுமணப் பொருள்; இதன் செயற்கை முறை உற்பத்திக்குப் பின்பு நறுமணப் பொருட்களின் தொழில் தழைத்து வளர்ந்தது.

இதே சமயத்தில் செயற்கை முறையில் பிளாஸ்டிக் தயாரிக்கப்பட ஆரம்பித்தது. அலெக்சாண்டர் பார்க்ஸ் (Alexander Parkes) வெடிக்கும் தன்மையுடைய நைட்ரோசெல்லு லோஸில் இருந்து வெடிக்காத செல்லுலாய்டை (celluloid) (ஆனால் இது எரியக் கூடியது) கண்டுபிடித்தார். செல்லுலாய்டு - தொடர்பான பல்வேறு பொருட்கள் அடுத்த சில ஆண்டு களில் தயாரிக்கப்பட்டன. இவற்றில் முக்கிய மானவை : இரேயான் (rayon), நைலான் (nylon), பாலியெஸ்டர் (polyester) போன்ற செயற்கைத் துணிகள், திடத்தன்மையுடைய ஆனால் நெகிழ் வுடைய பிளாஸ்டிக் போன்றவை அடங்கும். இவை பல்வேறு வழிகளில் பயன்படுத்தப் பட்டன. ஆனால், சமீப காலத்தில் பிளாஸ்டிக் கின் அபாயகரமான விளைவுகள் தெரிய வந்தவுடன் அவற்றின் பயன்பாடு கூடியவரை தடுக்கப்படுகிறது. உயிரினங்களால் சிதை வடையக் கூடிய பிளாஸ்டிக்குகளை (biodegradable plastics) உருவாக்க முயற்சிகள் மேற் கொள்ளப்பட்டு வருகின்றன.

6) கருவிகளும் உபகரணங்களும்

வரலாற்றின் இடைக் காலத்தில் தான் அதிக அளவில் அறிவியல் கொள்கைகளைப் பயன்படுத்தி அறிவியல் கருவிகளும் உபகரணங்களும் உருவாக்கப்பட்டு சீர்படுத்தப் பட்டன. இந்த நூலின் முன் அத்தியாயங்களில் அறிவியல் கருவிகள் பற்றிய விவரங்கள் ஆங்காங்கே குறிப்பிடப்பட்டுள்ளன. இங்கு, கருவிகள் மற்றும் உபகரணங்கள் பற்றி ஏற்கனவே விவரிக்கப்படாத விவரங்கள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

1592ஆம் ஆண்டு கலிலேயோ வெப்ப மானியை (thermometer) முதலில் கண்டு பிடித்தார். அது ஒரு காற்று-வெப்பமானி (air-thermometer). வெப்பநிலையில் குறைதல் மற்றும் அதிகரிப்பிற்கு ஏற்ப காற்று சுருங்கி விரியும் தன்மை கொண்டதால், வெப்ப நிலையை அளக்க இந்த வெப்பமானியில் காற்றை அவர் பயன்படுத்தியுள்ளார். வெப்ப மானியைக் குறிக்கும் சொல்லான 'thermometre' முதன்முதலில் *La recreation mathematique* என்ற 1624ஆம் ஆண்டில் J.இலியூரகான் (J.Leurechon) எழுதிய நூலில் தான் காணப்படுகிறது. சாங்டோரியஸ் (Sanctorius) என்ற பதுவா பல்கலைக்கழக மருத்துவப் பேராசிரியரின் நூலில் 1611-1612ஆம் ஆண்டு, முதல் மருத்துவ வெப்பமானி (clinical thermometer) பற்றிய விவரங்கள் விளக்கப்பட்டுள்ளன. 1672ஆம்

ஆண்டில் ஓட்டோ ஃபான் கூயரிக்கே (Otto von Guericke) ஒரு சீர்படுத்தப்பட்ட காற்று வெப்பமானியைப் பயன்படுத்தினார். இதில் காற்றிற்குப் பதிலாக ஆல்கஹால் பயன்படுத்தப் பட்டது. 1688ஆம் ஆண்டு அமோன்டான்ஸ் (Amontons) என்பவரால் ஆல்கஹால் மாற்றப் பட்டு பாதரசம் பயன்படுத்தப்பட்டது. டஸ்கானி (Tuscany) நகரத்தைச் சேர்ந்த இரண்டாம் ஃபெர்டினான்ட் (Ferdinand II) என்ற குறுநில அரசர் வெப்பமானியில் மேலும் மாற்றங்களைச் செய்தார். ஃப்ளோரன்டைன் வெப்பமானிகள் (Florentine thermometers) என்று அழைக்கப்படும் இவற்றில், கண்ணாடிக் குழாய்களில் ஆல்கஹால் நிரப்பப்பட்டு, வெப்பத்தைக் காட்டும் கோட்டுக் குறியீடுகள் குழாயின் வெளிப்பக்கத்தில் பொறிக்கப் பட்டன. வெப்பமானியில் மேலும் பல குறிப்பிடத்தக்க நன்மாற்றங்களை டேனியல் ஃபாரன்ஹைட் (Daniel Fahrenheit), உரூமெர் (Roemer) மற்றும் ஆண்டர்ஸ் செல்சியஸ் (Anders Celcius) போன்றவர்கள் ஏற்படுத்தினர். 1708ல் உரூமெர் (1644-1710) என்ற டென்மார்க் நாட்டு அறிஞர் இரண்டு நிலையான புள்ளிகளை (two fixed points) கொண்ட வெப்பமானியை நிர்மாணித்தார்; இதில் ஒரு புள்ளி பனி உருகும் குறைந்தபட்ச வெப்பநிலையையும், மற்றொரு புள்ளி நீர் ஆவியாகும் அதிகபட்ச வெப்பநிலை யையும் குறிக்கும் வண்ணம் நிர்மாணித்தார். ஃபாரன்ஹைட் என்ற ஹாலந்து நாட்டு நிபுணர் உரூமெரின் அளவீடுகளில் (scales) ஒரு சில மாற்றங்களைச் செய்து 1714ஆம் ஆண்டு ஒரு பாதரச வெப்பமானியை உருவாக்கினார். இதனால் நீரின் கொதி நிலைக்கு அப்பால் உள்ள வெப்ப நிலைகளை அளக்க முடிந்தது. (பாதரசத்தின் கொதிநிலை வெப்பம் நீர் மற்றும் ஆல்கஹாலை விட அதிகம்). செல்சியஸ் அதே சமயத்தில், அதே குறிப்பிட்ட இரண்டு புள்ளிகளை வைத்துக் கொண்டு புள்ளிகளுக்கு இடையே உள்ள தூரத்தை 100 சம அளவுகளாகப் பிரித்து 1742ஆம் ஆண்டு செண்டிகிரேட் அல்லது செல்சியஸ் வெப்பமானியை உருவாக்கினார். கரோலஸ் இலின்னேயஸ் செல்சியஸின் வெப்பமானியைத் தலைகீழாக்கி நீர் கொதிக்கும் வெப்பநிலை புள்ளியை 100 ஆகவும், பனிக்கட்டியாகும் புள்ளியை 0 ஆகவும் மாற்றினார். இந்த அமைப்பே இன்றும் வெப்பமானிகளில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஃபாரன்ஹைட் மற்றும் செல்சியஸின் பெயர் கள் அவர் தம் வெப்பமானிகளின் அடிப்படை அலகுகளுக்குப் பயன்படுத்தப்பட்டு அவர்கள் பெருமைபடுத்தப்பட்டனர்.

அழுத்தமானிகள் (barometers) வளி மண்டலத்தின் அழுத்தத்தைக் கணக்கிடப் பயன்படுகின்றன. டார்ரிசெல்லி (Torricelli), பாஸ்கல், இராபெர்ட் பாயில், கூயரிக்கே, அமோன்டான்ஸ், ஹுக்ஸ் (Hookes) மற்றும் இலெய்ப்னிஸ் ஆகியோரின் முயற்சிகளால் அழுத்தமானிகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டு சீராக்கப்பட்டன. காற்று பம்புகள் (air pumps) கூயரிக்கே மற்றும் இராபெர்ட் பாயில் ஆகியோ ரால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. சூரிய கடிகாரம் (=நிழல் கடிகாரம்), மணல் கடிகாரம் (sand-clock), அளவைகள் குறிக்கப்பட்ட எரியும் மெழுகு வர்த்திகள் அல்லது எண்ணெய் விளக்குகள், எடைகளால் இயக்கப்பட்ட செப்பமுறாத சக்கர கடிகாரங்கள், கிளெப்சிடிராஸ் (clepsydras) என்று அழைக்கப்பட்ட நீர்க்கடிகாரங்கள் போன்றவை மாற்றப்பட்டு, ஊசல் கடிகாரங்கள் (pendulum clocks) முதலில் தோன்றின. இதன் மூலம் குறுகிய இடைவெளி நேரங்கள் கணக்கிடுவது எளிதானது. கலிலேயோ, ஹுயூகன்ஸ் போன்ற வர்களால் ஊசல் கடிகாரங்கள் பல்வேறு மாற்றங்களைப் பெற்றன. தற்பொழுது பிகோ வினாடிகள் (Picoseconds) வரை மீதுல்லியமாக அளக்கக்கூடிய சீசியம்-சார்பு (Caesium-based) நேரங்காட்டிகள் உண்டாக்கப்பட்டுவிட்டன.

மின்சாரம் மற்றும் காந்தம் கண்டு பிடிக்கப்பட்டவுடன், இவற்றின் அடிப்படை யில் பல கருவிகளும், உபகரணங்களும் உண்டாக்கப்பட்டன. புதிய மின்சார மற்றும் காந்தக் கருவிகள் மற்றும் சாதனங்கள் தயாரிப்பதில் முன்னோடியாகத் திகழ்ந்தவர் தாமஸ் ஆல்வா எடிசன் என்பவர். அவர் கண்டு

பிடித்த தயாரிப்புகளில் மிக முக்கியமானவை : மின்விளக்கு, சினிமா, ஃபோனோகிராப் போன்றவையாகும். இவற்றைத் தொடர்ந்து பல மின்னணுக் கருவிகளும், உபகரணங்களும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன.

7) மின்னணு இயலும் தகவல் தொழில்நுட்பமும்

தகவல் தொழில்நுட்பம் அறிவுசார் உற்பத்திப் பொருட்களின் கண்டுபிடிப்புகளுக்கு மிகவும் அதிக அளவில் உறுதுணையாக அமைந்தது. இதன் காரணமாக பல நாடுகள் குறிப்பிடத்தக்க பொருளாதார வளர்ச்சியைப் பெற்றன. அறிவு மற்றும் தகவல் சார் உற்பத்திப் பொருட்களை உருவாக்கி, மேலாண்மை செய்து, பாதுகாத்துச் செயல்படும் நாடுகள் மிகச் சிறந்த வலுவான நாடுகளாக பிற்காலத்தில் மாறும் என்பது ஏற்கனவே நிரூபிக்கப்பட்டுவிட்டது.

தகவல் தொழில்நுட்ப உலகை உருவாக்கும் மூன்று முக்கியக் காரணிகள் : கணினிகள் (computers), இணைப்பு (connectivity) மற்றும் தகவல்கள் (contents) (மூன்று 'C' க்கள்) ஆகும். கணினிகள் எளிதாகக் கிடைக்கவும் அவற்றை எளிதாகப் பயன்படுத்தும் திறமையை வளர்க்கவும் பல்வேறு காரணிகள் காரணமாயின. இவற்றில் முதன்மையானது மென்பொருள் தொழிலின் (software industry) வளர்ச்சியாகும். மனிதன்தானே பயன்படுத்தும் கணினிகள் (personal computers) அதிகமாக புழக்கத்தில் வர இதுதான் காரணமாயிற்று. இரண்டாவது காரணி மூர் விதியின் (Moore's law)[1] விளைவுகள். இதன் முக்கிய விளைவு கணினியின் விலை ஒவ்வொரு வருடமும் ஏறத்தாழ 40 விழுக்காடு குறைந்து வந்திருப்பதுதான்.

1948ஆம் ஆண்டு வில்லியம் பிராட்ஃபோர்டு ஷோக்லே (William Bradford Schokley), ஜான் பார்டீன் (John Bardeen) மற்றும் வால்டர் பிராட்டைன் (Walter Brattain) என்ற அமெரிக்காவின் நியூஜெர்ஸி (New Jersey) நகரின் பெல் ஆய்வுச் சாலையைச் (Bell Laboratories) சேர்ந்த மூன்று நிபுணர்களும், கூட்டாக மேற்கொண்ட ஆய்வுகளின் மூலம் கிடைத்த கண்டுபிடிப்பு, கணினியின் இதயமாகச் செயல்படும் நுண்செயலியின் (microprocessor) உருவாக்கத்திற்கு மூல காரணமாக அமைந்தது. மாசுபட்ட படிகங்கள் (impure crystals) ஒரு சிலவற்றை, தாமஸ் ஆல்வா எடிசன் பயன்படுத்திய வெற்றிட குழாய்களுக்குப் (vacuum tubes) பதிலாக, எலக்ட்ரான் கருவிகளாக அல்லது டிரான்சிஸ்டர்களாக எலக்ட்ரான்களின் ஓட்டத்தைக் கட்டுப்படுத்தப் பயன்படுத்தலாம் என்று இவர்கள் எடுத்துக்காட்டினர். இந்தக் கண்டுபிடிப்பு திடநிலை குறைக்கடத்தி (solid state semi-conductor) மின்னணு இயலைத் தொடங்கி வைத்தது. இந்தக் கண்டுபிடிப்பு மனிதனின் அன்றாட வாழ்க்கையின் ஒவ்வொரு செயலையும் பாதித்தது; சமையலறையிலிருந்து தானூர்திகள் (automobiles) வரையிலும், வியாபாரத்திலிருந்து தகவல் பரிமாற்றம் மற்றும் விண்வெளி ஆய்வு வரை இதன் பாதிப்பு இருந்தது. திட நிலைக் கருவிகளும், நுண் செயிலிகளும் இப்பொழுது எங்கும் பரவிக் காணப்படுகின்றன. வானொலிக் கருவி, தொலைக்காட்சி, நுண்ணலை அடுப்புகள், தானூர்திகள், கண்ணுறு பதிவான்கள் (videotape recorders), பதிவொளியன்கள் (record players), தொலைபேசிகள், வெப்பக் கட்டுப்பாட்டு (thermostats) கருவிகள் போன்ற பல கருவிகளில் இவை பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன. வரவேற்பறையில் மிகப் பெரிய இடத்தை ஆக்கிரமித்த வானொலிப் பெட்டிகள், மிகச் சிறிய கைக் கடக்கமான பெட்டிகளாக எல்லா இடத்திற்கும் எடுத்துச் செல்லும்படி மாறியதற்கு இதுவே

1. மூர் விதியின்படி பல்கூறுகளான ஒரு சுற்றில் (integrated circuit) ஒரு சதுர அங்குல பரப்பில் பயன்படுத்தப்படும் டிரான்சிஸ்டர்களின் (transistors) எண்ணிக்கை ஒவ்வொரு வருடமும் இரட்டிப்பாகும்; அதேபோன்று விவர அடர்த்தி (data density) 18 மாதங்களுக்கு ஒருமுறை இரட்டிப்பாகும் என்பதுதான்.

காரணம். நுண் செயலிகள் தற்போது மிகமிகச் சிறியதாகவும், வேகமாகச் செயல்படக்கூடிய தாகவும், மலிவானதாகவும் மாறிக்கொண்டே வருகின்றன. நுண் செயலிகளின் மிக முக்கிய மான விளைவுகள் கணினியிலும், தகவல் பரிமாற்றத் தொழிலிலும், அறிவியல் / மருத்துவக் கருவிகளிலும் ஏற்பட்டன. ''சிலிக்கா சில்லின் (silica chip) தந்தை'' என்று அழைக்கப்படும் ஜாக் கில்பி (Jack Kilby), 1958ஆம் ஆண்டில் எலக்ட்ரான் சுழற்சிக்குத் தேவையானதடையிகள் (resistors), கொண்மிகள் (capacitors), டையோடுகள் (diodes) மற்றும் டிரான்சிஸ்டர்கள் போன்ற பல்வேறு உறுப்பு களை ஒன்றாக உள்ளடக்கி முதல் சிலிக்கா சில்லை உருவாக்கினார். இதன் காரணமாகத் தனித்தனியான டிரான்சிஸ்டர்கள், மிகவும் நம்பகத்தன்மை வாய்ந்த நுண்சில்லுகளால் (microchips) (சாதாரணமாக சில்லுகள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன) மாற்றப்பட்டுவிட்டன; இதனால் கணினிகள் குறிப்பிடத்தக்க வகையில் மலிவாகவும், சிறியதாகவும், அதிக அளவு ஞாபகத்திறனுடனும், வேகத்துடனும் செயல் படத்துவங்கின.

முதல் நுண்செயலி Intel 4004 1971ஆம் ஆண்டு புகுத்தப்பட்டது. இதில் 3000க்கும் குறைவான டிரான்சிஸ்டர்கள் இருந்தன. இன்றுள்ள Intel Pentium IV நுண்செயலி 42 மில்லியன் டிரான்சிஸ்டர்களையும் 1.5 கிகா ஹெர்ட்ஸ் (giga hertz) வேகத்திலும் செயல்படக் கூடியது. பல ஆண்டுகளாக, மிக மலிவான மூலப்பொருளான சிலிக்கான் தான் டிரான்சிஸ்டர்களில் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகிறது. எனினும் சிலிக்கானின் ஒளிஉமிழ் திறன் (light emitting capacity) ஒரு வரம்புக் காரணியாக (limiting factor) இருப்பதால், டிரான்சிஸ்டரின் செயல்திறனை மேலும் அதிகரிப்பதில் சிக்கல் உள்ளது. எனினும், இதைத் தவிர்க்கும் வகையில் தற்போது அதிக ஒளியை உமிழக்கூடிய சிலிக்கான் மீநுண் படிகங்கள் (nanocrystals) உண்டாக்கப்பட்டு வருகின்றன. சிலிக்கானுக்குப் பதிலாக மீநுண் குழாய்கள் (nanotubes) (5 முதல் 10 அணு அகலத்தில் அமைந்த) சில்லுகளில் புகுத்தப் படும். இன்னும் 20 ஆண்டுகளுக்குள் சிலிக்கா னின் ஆதிக்கம் முற்றிலும் முடிய வாய்ப் பிருக்கிறது. பிற்கால தேவைகள் சிலிக்கானுக்கு வெளியில் இருக்கும் என்றும், இவை சில்லு தொழில் நுட்பத்தில் மேலும் அதிக முன்னேற்றங்களை ஏற்படுத்தக்கூடும் என்று நம்பப்படுகிறது. இந்த ஆய்வுகள் அனைத்தும் அதிக மலிவான மற்றும் அதிக திறனுடைய சில்லுகளையும், சில்லுத் தொகுதிகளையும் உண்டாக்குவதில் வெற்றி பெற்றுள்ளன.

ஆரம்பத்தில் கணினி திட்டநிரல்படுத்தம் (computer programming), வன் கம்பியிழுப்பு (hard wiring) மூலம் செய்யப்பட்டது. விவரங்கள் மிகப் பெரிய காந்தக் கருவிகளில் சேமிக்கப் பட்டன. விவரங்கள் துளைப்பட்டைகள் (punch cards) மூலம் பதிவு செய்யப்பட்டன. 1956இல் திட்டநிரல் படுத்த மொழி (programming language) முதன்முதலாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இதனால் ஒரே கணினி பல்வேறு செயல்களைச் செய்ய முடிந்தது. 1970ஆம் ஆண்டில் நேரடி திறவுப் பலகை (Key board) பதிவு சாத்திய மாயிற்று; விவரங்களை நெகிழவட்டு (floppy disc) களில் சேமிக்க முடிந்தது. காந்த வன்தட்டு (hand disc) சேமிப்புத் திறனும் மிகவும் வேகமாக அதிகரித்தது. ஒரு சதுர அங்குலத்திற்கு எவ்வளவு கிகாபைட்கள் (gigabytes) என்ற அலகில் விவர சேமிப்புத் திறன் கண்டறியப் பட்டது. 1990ஆம் ஆண்டுகளில் 120 முதல் 200 பில்லியன் பைட்கள் அளவுக்குச் சேமிப்புத் திறன் கொண்ட வட்டுகள் (fixed discs) வன் மிசைக் கணினிகளில் (desktop computer) சாதாரணமாக்கப்பட்டுவிட்டன. தற்பொழுது விவர சேமிப்புத்திறன் ஒவ்வொரு 9 மாதங் களிலும் இரட்டிப்பு ஆகிறது. மனித அறிவு அத்துணையையும் சேமிக்கலாம் என்ற சாத்தியக்கூறு தற்பொழுது எழுந்துள்ளது.

பல கருவிகளின் ஒன்றுசேர்ப்பு (convergence of many devices) (இது பொருட்களின் ஒன்றுசேர்ப்பு - Material convergence என்றும்

அழைக்கப்படுகிறது) மற்றும் அவற்றின் பயன்பாடுகள் தற்பொழுது பயன்படுத்தப்படும் தனி மனித கணினியை முற்றிலும் மாற்றிவிடும் என்றும், தகவல் பெறும் முறைகளையும் (information access patterns) மாற்றிவிடும் என்றும் தெரிய வருகிறது. அதாவது, கணினியின் வெவ்வேறு செயல்களைத் தனித்தனியாக செய்யும் வெவ்வேறு பொருட்களுக்குப் பதிலாக செயலி, ஞாபகசக்தி, விவர சேகரிப்பு, காட்சியமைவு (display) மற்றும் தகவல் பரிமாற்றம் போன்ற அனைத்தையும் செய்யும் ஒரே பொருள் பயன்படுத்தப்படும் காலம் தூரத்தில் இல்லை. தற்பொழுது மனிதனுக்கும், கணினிக்கும் (அதாவது எந்திரத்திற்கும் மனிதனுக்கும்) இடையே உள்ள தொடர்பு மாறி இரு மனிதர்களுக்கிடையே உள்ள தொடர்பு போன்று மாறும் நிலையும் தொலைவில் இல்லை. இதன் காரணமாக இரும இரில்களை யும் (binary bits) சிலிக்கானையும் அடிப்படை யாகக் கொண்ட அளவுசார் கணிப்புகளிலிருந்து (quantitative computing) கணினியைப் பண்புசார் கணிப்புகளுக்கு (qualitative computing) மாற்றிவிடும் சூழல் ஏற்பட்டுள்ளது. இவற்றைத் தவிர சிப்பல் கணினி கணிப்பு (quantum computing), உயிர்சார் கணினி கணிப்பு (biocomputing) போன்ற மாற்று கணிப்பு முறை களும் சீரிய ஆய்வுக்கு உட்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

சிப்பல் கணிப்புகளும், கணினிகளும் புகுத்தப்பட வேண்டிய நேரம் தற்போது வந்து விட்டதாகக் கருதலாம். சிப்பல் கணினிகள், சாதாரண கணினிகள் செய்ய முடியாத கணிப்பு களைச் செய்ய முடியும். எனினும், சிப்பல் கணினி ஒன்றை உருவாக்குவது எளிதான செயல் அல்ல. இதில் சிப்பல் இரில்கள் (quantum bits or Qubits) பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவை சாதாரண இரில்களிலிருந்து மாறுபட்டவை. இந்த இரில்கள் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட சிப்பல் மேற்படிவு நிலைகளை (Quantum superpositions) இணைத்து அமையலாம். ஒரு சிப்பல் கணினியை இயக்க, கட்டுப்பாடான முறையில் ஒரு நிலையிலிருந்து இன்னொரு நிலைக்கு சிப்பல் இரில்களை செலுத்தவேண்டும். ஃபோட்டான்களும், அணுக்களும் சிப்பல் இரல் களாகச் செயல்பட சரியான வேட்பாளர் களாகும். ஆனால், பெரிய சிப்பல் கணினி களுக்கு பெரிய அளவு சிப்பல் இரில்களை, குறிப்பாக, மீக்கடத்துப் பொருட்களைப் (superconducting materials) பயன்படுத்த வேண்டும்.

தகவல் பரிமாற்ற தொழில்நுட்பம் எட்டுதலிலும் (reach), செழிப்பிலும் (richness) மிக வேகமாக வளர்ந்து வருகிறது. இது நுண்செயலிகளில் ஏற்பட்ட செயல்திறன் வேகத்தை விட அதிக வேகத்தில் வளர்ந் துள்ளது. தகவல் பரிமாற்ற அலைவரிசை அகலம் (band width) ஒவ்வொரு வருடமும் இரட்டிப்பு ஆகிவிடுகிறது. தற்போதுள்ள ஒளியிய இழைகளைப் (optical fibres) பயன்படுத்துவதில் உள்ள மிக முக்கியமான பிரச்சனை என்னவெனில், சமிஞைகளை (signals) பரப்புவதற்கு எலக்ட்ரான் வடிவத்தில் இருந்து ஒளி வடிவத்திற்கு மாற்ற வேண்டும்; சமிஞைகளை மீண்டும் பெறவும் (regeneration), சரியான தடத்திற்குக் கொண்டுவரவும் (packet routing), பதப்படுத்துவதற்கும் (processing) மீண்டும் ஒளிவடிவத்தில் இருந்து எலக்ட்ரான் வடிவத்திற்குக் கொண்டு வரவேண்டும். வரப்போகும் ஐந்து ஆண்டுகளில் ஏற்படக் கூடிய விவரப் போக்குவரத்தின் (data traffic) அளவு, மின்னணு இயலை தகுதியற்ற வரம்பு களுக்குத் தள்ளும் என்று நம்பப்படுகிறது. இதன் காரணமாக, ஒளி மின்னணு இயலில் சீரிய ஆய்வுகள் போர்க்கால அடிப்படையில் நடை பெறுகின்றன. இன்றைய தகவல் பரிமாற்ற அமைப்புகள், ஒரு அலை நீளத்திற்கு ஒரு வினாடியில் 40 கிகா இரில்கள் அளவு விவரக் கடத்தலைச்(transmission) செய்ய முடிகிறது; ஒரே இழையில் பல அலை நீளங்களைத் தாங்க உதவுகின்றன. இது ஒரு வினாடிக்கு 250 கிகா இரில்கள் அளவுக்கு அதிகமாகக் கூடும். சமிஞைகளைத் தடத்துக்குக் கொண்டு வருவதற் காக சிலிக்கானைப் பயன்படுத்தியுள்ள ஒருங் கிணைத்த மின்னணு சுற்றுக்கள் கொண்ட தற்போதைய அமைப்புகள் (routers) போது

மானதாக இருக்காது. எனவே, ஒளியியல் தொடுசாவிகளான (switches) TOAD, UNI, NLWG, NOLM அல்லது MEMS போன்றவை தேவைப் படுகின்றன.

கணினிகளிலும், தகவல் பரிமாற்றத் திலும் ஏற்பட்டுள்ள முன்னேற்றங்களை ஒரு சேர பார்க்கும்போது, காலமும் தூரமும் இறந்து பட்டதாகத் தோன்றுகின்றன. இவற்றால் தகவல்கள் எந்நேரமும், எந்த இடத்திலும் தற்போது கிடைக்கின்றன. வருகின்ற நாட்களில் இணையதளம் ஒன்று மட்டும் தகவல் பரிமாற்றத்தின் ஊடகமாகச் செயல்படும் நிலைமை உருவாகியுள்ளது. குரலும் (voice), விவரமும், கூடிய விரைவில் இணைவுற்று (merge), உலகம் முழுவதுமுள்ள விவரப்போக்கு வரத்து குரல் போக்குவரத்தை (voice traffic) விஞ்சக் கூடும் நிலைமை இந்த ஆண்டின் (2005) முடிவுக்குள் ஏற்பட்டுவிடும். இதன் முடிவு என்னவெனில், தகவல்கள் மொழி, நிறம், ஜாதி, சமயம் போன்ற பாகுபாடுகளைக் கடந்து எல்லோருக்கும் கிடைக்கும்.

கணினி மற்றும் தகவல் பரிமாற்ற தொழில் நுட்பங்கள் சரியாக செயல்படுவதற்கு மிக முக்கிய காரணியாக இருக்கப்போவது மென்பொருட்கள் தான். மென்பொருட்களின் வளர்ச்சி, கணினி வளர்ச்சிக்கு ஈடுகொடுக்க வேண்டும். கணினியின் ஆரம்பகாலத்தில் இருந்து மென்பொருட்கள் வளர்ச்சியுற்று சீராக்கப்பட்டுள்ளன. மனித செயல்களான கேட்டல் (hearing), பேசுதல் (talking) மற்றும் சிந்தனை (thinking) போன்றவற்றைச் சரியாகப் பின்பற்றும் அளவிற்கு மென்பொருள் வளர்ச்சி ஏற்பட்டுள்ளது. பிற்காலத்தில், மென்பொருள் களில் ஏற்படப்போகும் வளர்ச்சி, மனிதனை விஞ்சிய சக்திகளைக் கணினிக்கு அளிக்கும் என்பது திண்ணம்.

8) மீநுண்ணியல் தொழில்நுட்பம்

அறிவியலோடு தொடர்புடைய தொழில் நுட்பங்களில் அதிகப்படியான கவனம் தற்பொழுது மூன்று முக்கியத் தொழில்நுட்பங் களில் செலுத்தப்பட்டுள்ளது. அவையாவன : ஜீன் தொழில்நுட்பம், மீநுண் தொழில்நுட்பம் (nanotechnology) மற்றும் எந்திரி தொழில்நுட்பம் (robotics) (GNR என்று மூன்றும் சுருக்கமாக அழைக்கப்படுகின்றன). ஜீன் தொழில்நுட்பம் பற்றிய விவரங்கள் ஐந்தாவது அத்தியாயத் திலும் இந்த அத்தியாயத்திலும், ஏற்கனவே கொடுக்கப்பட்டுவிட்டன. மீநுண்ணியல் தொழில்நுட்பம் தற்பொழுது மிகவும் அதிக மாக விவாதிக்கப்படும் பொருளாகும். கடந்த ஐந்து அல்லது ஆறு ஆண்டுகளுக்குள் இந்தத் தலைப்பில் பல விவாதங்கள் ஏற்கனவே செய்யப்பட்டு விட்டன. USA வில் மட்டும் தற்பொழுது ஏறத்தாழ 775 நிறுவனங்கள் / தொழில்கூடங்கள் மீநுண் தொழில்நுட்பம் தொடர்பான படைப்புகள்/ஆய்வுகள் போன்ற வற்றில் ஈடுபட்டுள்ளன. மீநுண் எலக்ட்ரான் சுற்றுகள் அமைக்கப்பட்டுள்ள கணினி சில்லு கள் Intel போன்ற நுண்சில்லு தொழில் தலங்களால் விற்கப்படுகின்றன. கணினியின் வன் இயக்கி (hard drives), LED அடிப்படையில் அமைந்த போக்குவரத்து சமிஞை போன்ற வற்றில் மீநுண்ணிய கூறுகள் பொருத்தப்பட் டுள்ளன. எனினும், இன்னும் மீநுண் தொழில் நுட்பம் அதிக அளவு முக்கியத்துவத்தை எட்ட வில்லை. மிகவும் அதிவேகமாக வளர்வதால் மக்களிடம் மீநுண் தொழில்நுட்பத்தைப் பற்றிய அறிவு தேவையான அளவு ஏற்படவில்லை. அதிவேகமாக வளர்வதே இந்த தொழில் நுட்பத்தின் நன்மைக்குப் பாதகம் விளை விக்கும் என்று பலர் கருதுகிறார்கள்.

மீநுண் தொழில் நுட்பத்தின் முக்கிய பிரச்சனை என்னவெனில், பெரிய அளவுள்ள பொருட்கள், மீநுண் அளவு குறைக்கப்படும் போது அது சிக்கல்களைத் தோற்றுவிக்கிறது என்பதுதான். எடுத்துக்காட்டாக, தங்கம் பெரிய அளவில் மந்தமாக செயல்படும்; ஆனால், மீநுண் அளவில், அது மிகவும் செயல் திறம் வாய்ந்ததாக மாறிவிடுகிறது; ஏனெனில், அளவு குறைப்பினால் அதன் மின், ஒளி, வெப்ப

மற்றும் இதர பண்புகள் பெருமளவு மாறி விடுகின்றன. இரே குர்வைல் (Ray Kurweil) (2004), உயிர்தொழில் நுட்பவியலும், மீநுண் தொழில் நுட்பவியலும், எந்திரி தொழில் நுட்பவியலும் ஒன்றாக இணைந்தால் ஏற்படக் கூடிய தீமைகள் பற்றி விவாதித்துள்ளார். இந்த மூன்றும் இணைந்து உண்டாக்கப்படும் பொருட்கள் (entities) தமக்குத் தாமே இனப் பெருக்கம் (self-replicating) செய்துகொள்ளும் மீநுண் எந்திரிகளாக (nanobots) மாறிவிடும். இவற்றில் சிறிது காலம் கழித்து இனப்பெருக்கம் செய்யும் திறன் நின்று போய்விடும் படியாகவோ அல்லது அவை இனப்பெருக்கம் செய்ய தேவையான பொருட்களின் பற்றாக் குறையை ஏற்படுத்தும் படியாகவோ அவற்றில் திட்டநிரல் படுத்தம் செய்யப்படவேண்டும்.

X

அறிவியல் பரிமாற்றம், பரப்புதல் மற்றும் ஜனரஞ்சகமாக்குதல்

1) அறிவியல் பரிமாற்றம்

பரிமாற்றம் (communication) என்பது ஒருவரது எண்ணம் அல்லது சிந்தனையை மற்றவருக்கு மாற்றம் செய்தல் (அதாவது மற்றவர் அறியச் செய்தல்). பரிமாற்றத்தைப் பல்வேறு வகைகளில் செயல்படுத்தலாம்: காட்சிகளின் மூலம் (visual), வாய்மொழி மூலம் (oral), எழுத்துக்கள் மூலம் (writing) அல்லது கணினி மூலம் (virtual). இவற்றில் இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட முறைகளின் இணைப்பாலும் செயல்படுத்தலாம். காட்சிகள் மூலம் செய்யப்படும் பரிமாற்றம், குறிப்பாக அறிவியல் பரிமாற்றம், மிகப் பழமையானது. இது பெரும்பாலும் சித்திரங்கள் மற்றும் ஓவியங்கள் மூலம் செய்யப்பட்டது. இந்த முறை, கடைசி பனிக்கட்டி யுகத்திலேயே (ice age) தோன்றியிருக்க வேண்டும் என்றும், புவியின் தெற்கு அரைக்கோளத்தில் இது சிறப்பாகக் காணப்பட்டது என்றும் தெரியவருகிறது. குகைப் பாறைகளில் வரையப்பட்ட படங்கள், ஓவியங்கள் மற்றும் செதுக்கல்கள் (engravings) இதற்குச் சான்றாக அமைகின்றன. மனித உருவங்களாக படங்கள் வரையப்பட்டிருந்தாலும் பெரும்பாலான பாறைச் சித்திரங்கள் பல்வேறு பிராணிகளைப் பற்றியதாக இருந்தன (படம் X.i).

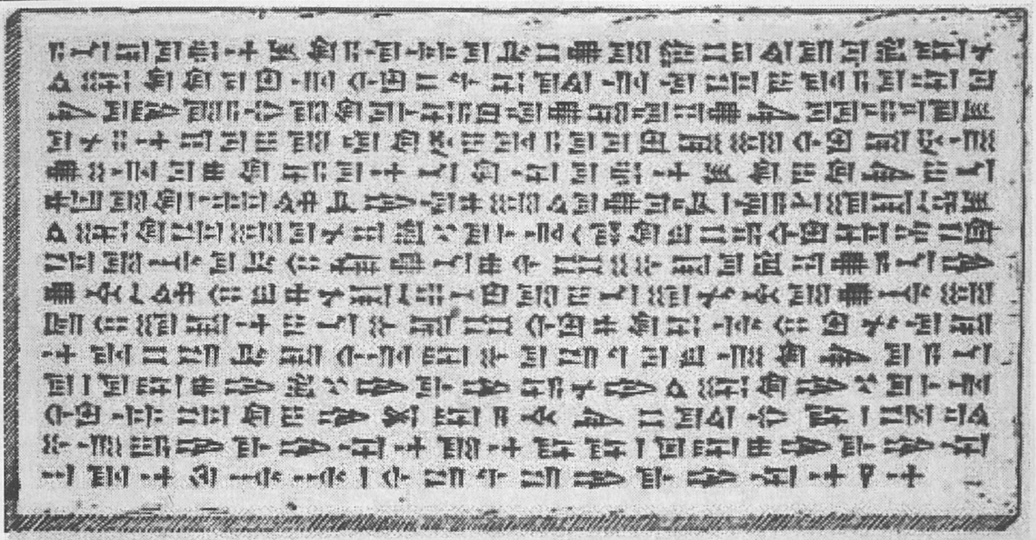
அ) அறிவியல் எழுத்துப் படைப்புகள்

ஏறத்தாழ 5000 முதல் 6000 வருடங்களுக்கு முன்பு எழுத்துக்கள் சுமேரியாவின் (தெற்கு மெசோபோடோமியா), பாபல் கோபுரத்தில் (Babel tower) தோன்றியதற்கான ஆதாரங்கள் கிடைக்கப் பெற்றுள்ளன. இதனைத் தொடர்ந்து எழுத்துக்கள் உலகின் வெவ்வேறு பகுதிகளான எகிப்து (BCE 3000), சிந்துசமவெளி (BCE 2000), திராவிட நாடு (BCE 2000-1500), சீனா (BCE 2000) போன்ற இடங்களில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. எழுதுவது சுமேரியாவிலிருந்து சிந்து சமவெளி, திராவிட நாடு மற்றும் எகிப்துக்குப் பரவியிருக்கலாம் என்றும், சீனாவிலும், பின்பு மத்திய அமெரிக்கப் பகுதிகளிலும் (CE 300) தனித்தனியாக தோன்றியிருக்கலாம் என்றும் கருதப்படுகின்றன. அமெரிக்க கண்டத்தின் மற்ற பகுதிகளில் எழுதுவது பற்றி மக்கள் அறிந்திருக்கவில்லை என்று தெரிகிறது.

படம் X.1. ஜிம்பாப்வே நாட்டு குகை ஓவியம் - பிராணிகளின் உருவங்கள்

இதேபோன்று மத்திய ஆண்டெஸ் (Central Andes) மலைப் பகுதிகளில் CE 15ஆம் நூற்றாண்டில் தழைத்த இன்கா (inca) நாகரீகத்திலும் எழுதுவது பற்றி மக்கள் அறிந்திருக்கவில்லை.

பாபிலோனியர்களுக்குப் பின்பு 100க்கும் குறைவான எண்ணிக்கையில் முக்கிய எழுத்து வகைகள் (scripts) இருந்ததற்கான ஆதாரங்கள் கிடைத்துள்ளன. இவற்றை மூன்று முக்கிய எழுதும் முறைகளாகப் பிரிக்கலாம் என்றாலும், நடைமுறையில், சில எழுதும் முறைகள் ஒன்றுக்கும் மேற்பட்ட வகைகளை இணைத்தவைகளாக இருக்கின்றன. இந்த மூன்று முக்கிய எழுதும் முறைகள் முறையே சொல்லச்சு முறை (logographic writing), அசையெழுத்து முறை (syllabic writing) மற்றும் நெடுங்கணக்கு முறை (alphabetic writing). சொல்லச்சு முறையில், ஒவ்வொரு வார்த்தையையும் குறிக்க தனி குறியீடுகள் (symbols) பயன்படுத்தப்பட்டன. இதனால் எளிய கூற்றுகளைக் (statements) குறிப்பதுகூட சிக்கலாக மாறிவிடும். சொல்லச்சு முறையில் பயன்படுத்தப்பட்ட பெரும்பாலான குறியீடுகள் படங்களை ஒத்திருந்ததால் (இன்றும் ஒத்திருப்பதால்), இந்த முறையில் எழுதுதல் தான் மிகப் பழமையானதாகக் கருதப்படுகிறது. இதற்கான



CUNEIFORM WRITING

An account of the capture of Babylon, B. C. 538. From the cylinder of Cyrus.

படம் X.2. பாபிலோனிய ஆப்பு வடிவ எழுத்து முறை

எடுத்துக்காட்டுகள் : களிமண் வரைப்பட்டிகளில் (Clay tablets) காணப்படும் பண்டைய சுமேரிய ஆப்பு வடிவ (cuneiform) எழுத்துமுறை (படம் X.2), கோரைத் தாளில் எழுதப்பட்ட எகிப்திய விளங்காத எழுத்துமுறை (hieroglyph) (படம் X.3) மற்றும் தற்கால சீன எழுத்து முறை போன்றவை. அசையெழுத்து முறையில், குறியீடுகள் உச்சரிப்பு (வாய்) அசைவுகளைக் குறிக்கும். இதற்கான எடுத்துக்காட்டுகள் : பிந்தைய சுமேரிய ஆப்புவடிவ எழுத்துமுறை மற்றும் 19ஆம் நூற்றாண்டின் தொடக்கத்தில் அர்க்கன்சாஸ் (Arkansas) பகுதியைச் சேர்ந்த சிக்கோயா (Sequoyah) என்ற சிவப்பிந்தியர் புதிதாக உருவாக்கிய செரோக்கி எழுத்துக்கள் (Cherokee syllabary) போன்றவை. மூன்றாவது, தற்பொழுது அதிகமாகக் காணப்படும் நெடுங்கணக்கு எழுதுதல். இம் முறையில் குறியீடுகள் ஒலியின் அலகுகளை (units of sound), அதாவது ஒலியங்களை (phonemes) குறிக்கின்றன. மிகப் பரவலாகக் காணப்படும் நெடுங்கணக்கு எழுதுதல் (படம் X.4) முறைகளாவன: அராபிக், உரோமன் (இம்முறையே ஆங்கிலத்திலும் மற்றும் பல ஐரோப்பிய மொழிகளிலும் பயன்படுத்தப்படுகிறது), சிரில்லிக் (Cyrillic), (ரஷ்ய மற்றும் ஒரு சில ஸ்லேவிக் மொழிகளில் பயன்படுத்தப்படுகிறது) வடமொழி மற்றும் தமிழ் போன்றவை. ஆப்பு வடிவ எழுதுதல் முறை CE 75 ஆண்டு வரைதான் நீடித்தது. இதில் 400க்கும் மேற்பட்ட குறிகள் (=எழுத்துக்கள்) காணப்பட்டன என்றாலும், 200தான் மிக அதிகமாகப் பயன்படுத்தப்பட்டன. இந்தக் குறிகள் ஒவ்வொன்றும் ஒரு வார்த்தையையோ அல்லது மற்றொரு குறியுடன் ஒன்று சேர்ந்து ஒரு வார்த்தையையோ சுட்டிக்காட்டின. எகிப்திய விளங்கா எழுதுதல் முறை BCE 4000 வருடத்தின் முடிவில் தோன்றி, CE 100ம் வருடத்தில் முடிவுற்றது. கடைசியாகக் கிடைத்துள்ள எழுத்துக்கள் CE 452-ம் வருடத்தில் எழுதப்பட்டவை. இவை ஃபிலே (Philae) என்ற இடத்தில் உள்ள ஒரு கோவிலில் கிடைத்துள்ளன. நெடுங்கணக்கு எழுதுதல் முறை, இந்த மூன்று முறைகளில் மிகவும் சமீபத்திய, பரிணாம

படம் X.3. எகிப்திய விளங்காத எழுத்து முறை

அடிப்படையில் முன்னேறிய முறை என்று கருதப்படுகிறது. பல எழுதுதல் முறைகளில், சொல்லச்சு வடிவங்கள் எடுத்துக் கொள்ளப் பட்டு, பின்பு நீக்கப்பட்டு, மீண்டும் புகுத்தப் பட்டுள்ளன என்பது இங்கு குறிப்பிடத்தக்கது.

எழுதுதல் முறையின் வளர்ச்சி பல அடுக்குகளைக் கொண்ட சமுதாயங்களின் (stratified society) எழுச்சியோடு மிக நெருக்க மான தொடர்புடையது. எழுத்தறிவு ஆரம்ப காலத்தில் மதசார்புடைய செயல்களுடனும், மத அமைப்பு அதிகாரிகளுடனும் மிக நெருக்க மாக தொடர்பு கொண்டிருந்தது. எடுத்துக் காட்டாக, சுமேரியாவில், மத அமைப்பு அதிகாரிகள்தான் பொருளாதார நடவடிக்கை களைப் பதிவு செய்யும் பொறுப்பில் இருந்தனர். மதச் சடங்குகளின் விளைவாகத் தான் மத்திய அமெரிக்கப் பகுதியில் எழுதுதல் தொடங் கியது.

ஆ] வாய்மொழி பரிமாற்றமும் மொழிகளும்

பேச்சு (speech) மற்றும் மொழி ஆகியவை தோன்றுவதற்கு வாய்மொழி பரிமாற்றம் மிக முக்கியமான தேவையாக இருந்திருக்கிறது. எனினும், இன்றும் பேச்சும், மொழியும் எவ்வாறு தோன்றின என்பதற்கான ஒத்த கருத்து எட்டப்படவில்லை. பண்பாட்டுத் தொகுதியின் ஒரு பகுதியாக மனிதர்கள் ஒவ்வொருவரும் மற்றவர்களுடைய சிந்தனைகளையும், கருத்துக் களையும் புரிந்துகொண்டு வாழ முயற்சித்த போது தான் மொழி தோன்றியது என்று பல வல்லுநர்கள் கருதுகின்றனர். இவர்களின் கூற்றுப்படி, முழுவதும் வளர்ந்த மொழிகள் 40,000 ஆண்டுகளுக்கு முன்பு இருந்திருக்க முடியாது. இந்தக் கூற்று உண்மையானால், நியாண்டர்தால் மனிதர்கள் ஏதோ ஒரு வகை மொழியைப் பயன்படுத்தி ஒருவருக்கொருவர்

படம் X.4. இலத்தீன் எழுத்து வடிவம்

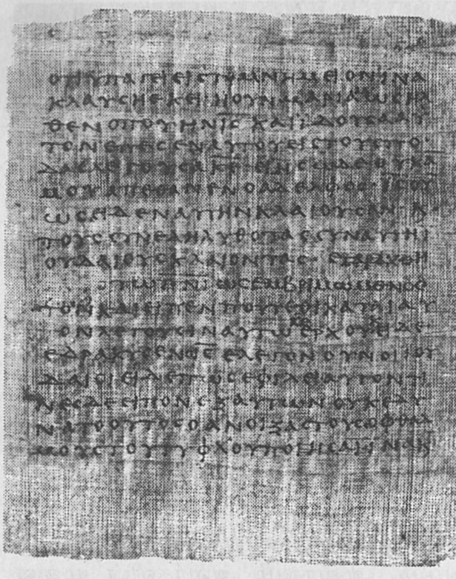
கருத்துப் பரிமாற்றம் செய்து கொண்டிருந்திருக்க வேண்டும். ஆனாலும் அவர்களின் மூளை மற்றும் முகத்தின் அமைவுகள் (அவர்களின் மண்டையோட்டு எச்சங்கள் சுட்டிக் காட்டுவது போல), *Homo sapiens sapiens* என்ற தற்கால மனித சிற்றினத்தின் மூளையோடு ஒப்பிடும் போது அதிக வளர்ச்சி கொண்டிருக்கவில்லை என்பது தெளிவாகிறது. தற்கால மனிதர்கள் பெற்றிருக்கும் பல நரம்பியல் மற்றும் உள்ளமைப்புக் கூறுகள் அவர்களின் சிக்கலான மொழி மற்றும் பேச்சுத் திறனை எடுத்துக் காட்டும் வகையில் அமைந்துள்ளன. இவற்றில் முக்கியமானது தற்கால மனிதர்களின் குரல் பெட்டி (vocal box). இதன் அமைப்பு பல்வேறு பேச்சு ஒலிகளை எழுப்பும் வகையில் அமைந்துள்ளது. மேலும் இவர்களின் மூளையின் சில பகுதிகள் இத்தகைய ஓசைகளைக் கட்டுப் படுத்தவும், விளங்கிக் கொள்ளவும் தக்கவகையில் அமைந்துள்ளன. குறிப்பாக, ஞாபக சக்தியைக் கட்டுப் படுத்தும் பகுதி. பண்டைய மனிதர்கள் ஏதோ வொரு வகைப் பேச்சினைப் பெற்றிருந்தாலும் முழுமொழியைப் பெற்றிருக்கவில்லை என்பது உறுதி.

இன்று ஏறத்தாழ 6,000 மொழிகள் பேசப்படுகின்றன. இவற்றில் 3,000 மொழிகள் குழந்தைகளுக்குக் கற்பிக்கப்படாத காரணத்தால் அழியும் நிலையில் உள்ளன. ஒரே பண்பாட்டையும், நாகரிகத்தையும் கொண்டு அருகருகாமையில் வாழும் மக்கள் கூட்டங்கள், வெவ்வேறு மொழிகளைப் பேசிவரும் நிலைமை, உலகின் பல பகுதிகளில் காணப் படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, நியூகினி (New Guinea) பகுதியிலும், அதையொட்டிய தீவு களிலும் 1000க்கும் மேற்பட்ட (உலக மொழி களில் 1/6 பகுதி) மொழிகளைப் பேசி வருவது குறிப்பிடத்தக்கது. அதே சமயத்தில், உலகின் வெவ்வேறு பகுதிகளில் பேசப்படும் வெவ்வேறு மொழிகளுக்கிடையே ஒற்றுமையும் காணப்படுவது குறிப்பிடத்தக்கது. இந்த மொழிகள் ஒரே மூலத்திலிருந்து தோன்றியிருக்கக்கூடும் என்பது இதிலிருந்து அறியப் படுகிறது.

உலகின் மொழிகளை ஒரு சில முக்கியக் குடும்பங்களாகப் பிரிக்கலாம் : நைஜர் - காங்கோ (Niger-Congo) மொழிக் குடும்பம் (முக்கியமாக பண்டு (Bantu) என்ற மொழி; இது காமரூன் (Cameroon) நாட்டிலிருந்து தெற்கு ஆப்பிரிக்க நாடுகள் வரை பேசப்படுகிறது), இந்திய - ஐரோப்பிய மொழிக் குடும்பம் (அயர்லாந்து முதல் பங்களாதேஷ் வரை பேசப்படுகிறது), உடோ-ஆஸ்டெகான் (Uto-Aztecan) மொழிக் குடும்பம் (இது மெக்சிகோ முதல் USA வின் இதாகோ (Idaho) வரை பேசப் படுகிறது), ஆஸ்ட்ரோனீசியன் (Austronesian) மொழிக் குடும்பம் (இது மடகாஸ்கர் முதல் ஈஸ்டர் தீவுகள் வரை பேசப்படுகிறது), யுரேலிக் மொழிக் குடும்பம், மற்றும் திராவிட மொழிக் குடும்பம் (தென் இந்தியா மற்றும் ஸ்ரீலங்கா-வில் பேசப்படுகிறது)

அறிவியல் அறிவு பலகாலம் நிலைத்து நிற்பதற்குக் காரணம், அறிவியல் அறிஞர்கள் மொழிகளைப் பயன்படுத்தி எழுதுகிறார்கள், பேசுகிறார்கள், கருத்துப் பரிமாற்றம் செய்து கொள்கிறார்கள் என்பவற்றால் தான். அறிவியல் மொழி தொடர்ந்து பரிணமித்து வளர்ந்து வருகிறது. தொழில்நுட்பப் படைப்புகள்

மொழியின் சொற்களில் வியாபித்துள்ளன. அப்படிப்பட்ட அறிவியல் எழுத்துக்கள் தொடர்ந்து மற்றவர்களுக்குப் பரிமாற்றம் செய்யப்படுகிறது. ஆரம்பகால அறிவியல் எழுத்துப் படைப்புகள் சுமேரிய ஆப்பு எழுத்துக்கள், கிரேக்க, வடமொழி, பிராக்ரித் (Prakrit), தமிழ், எகிப்திய விளங்கா எழுத்துக்கள், அராபிய/பெர்சிய எழுத்துக்கள் அல்லது சீன எழுத்துக்களில் இடத்திற்கேற்ப படைக்கப் பட்டன. கோரைத் தாள்கள் (படம் X.5) அறிவியலைப் பதிவு செய்ய எகிப்தில் CE 9ஆம் நூற்றாண்டு வரை பயன்படுத்தப்பட்டன. அறிவியலில் கிரேக்க - உரோமானிய மொழி களின் ஆதிக்கம் குறைந்து ஐரோப்பாவில் ''இருண்ட காலம்'' துவங்கியபோது அராபிய மற்றும் பெர்சிய மொழிகளில் பல்வேறு அறிவியல் படைப்புகள் செய்யப்பட்டன. CE 16ஆம் நூற்றாண்டின் முடிவு வரை இந்தியாவில் அறிவியல் படைப்புகள் வடமொழியில் அல்லது பிராக்ரித மொழியில் அமைந்திருந்தன. பல கிரேக்க மற்றும் வடமொழி அறிவியல் நூல்கள் அராபிய மற்றும் பெர்சிய மொழிகளில் மொழிபெயர்க்கப் பட்டன. இருண்டகாலம் முடிந்ததும் ஐரோப்பாவில் (துருக்கி, ஸ்பெயின் நாட்டின் சில பகுதிகள் தவிர; இங்கு அராபிய பெர்சிய மொழிகள் தொடர்ந்து காணப்பட்டன) இலத்தீன் மொழி அறிவியல் மொழியாகத் திகழ்ந்தது. இலத்தீன் மொழியில் பல அராபிய மற்றும் கிரேக்க நூல்கள் மொழி பெயர்ப்பும் செய்யப்பட்டன. இதன் பின்பு பிரெஞ்சு, ஆங்கிலம் மற்றும் ஜெர்மன் மொழிகள் இலத்தினை மாற்றீடு செய்தன. இத்தாலிய மொழியும், ஸ்பானிஷ் மொழியும் இவற்றைத் தொடர்ந்து அறிவியல் மொழிகளாயின. இவ்வாறு அறிவியலின் சக்தியாக, வரலாற்றில் அறிவியல் மொழியாக, தொடர்ந்து பல மாற்றங்கள் ஏற்பட்டன; கிரேக்க ஆதிக்கத்தின் போது கிரேக்க மொழியும், CE 8 முதல் 12ஆம் நூற்றாண்டுகள் வரை அராபிய / பெர்சிய மொழிகளும், இடைக் காலத்தில் இலத்தீனும், தற்காலத்தில் ஆங்கிலமும் சிறப்பான அறிவியல் மொழியாக மாறி வந்திருக்கின்றன.



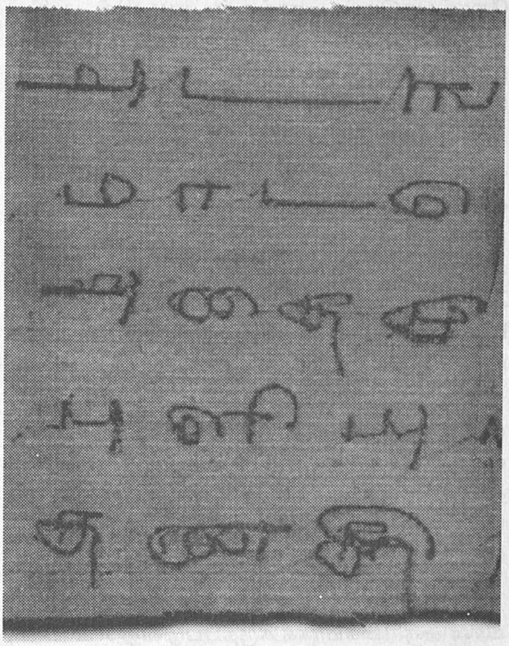
படம் X.5. கோரைத் தாளில் பண்டைய அறிவியல் செய்தி

தற்பொழுது அறிவியலையும், தொழில்நுட்பத் தையும் ஆட்சிசெய்யும் ஏறத்தாழ தனிமொழி யாக ஆங்கிலம் வளர்ந்திருப்பதற்கான காரணங் களில் முக்கியமானவை பின்வருமாறு : (i) ஆங்கிலேயர்கள் உலகின் பல நாடுகளைத் தங்களுடைய ஆதிக்கத்தில் (Commonwealth Countries) பல காலம் வைத்திருந்தனர். (ii) இங்கிலாந்தில் தோன்றிய தொழில்புரட்சி காரணமாக நவீன மயமாக்குதலிலும், உலக மயமாக்குதலிலும் தேவைப்படும் தொழில் நுட்பங்களுக்கு ஆங்கிலம் முக்கியத்துவம் கொடுத்தது, மற்றும் (iii) ஆங்கிலம் பிற மொழிச் சொற்களை எளிதாக ஏற்றுக் கொண்டது. மேலும் ''பெரிய அறிவியல்'' (Big Science) ஆங்கிலம் பேசக்கூடிய நாடுகளான USA, UK மற்றும் ஆஸ்திரேலியாவில் தான் பெரும் பாலும் மேற்கொள்ளப்படுகிறது. 1990ஆம் ஆண்டுகளில் ஏறத்தாழ 80 விழுக்காடு WWW குறியிடங்கள் (sites) ஆங்கிலத்தில் இருந்தன. 2005ஆம் ஆண்டு இந்த விழுக்காடு மற்ற மொழிகளின் குறியிடங்கள் அதிகரிப்பினால்

கணிசமாகக் குறைந்தாலும், மொத்த ஆங்கில குறியிடங்களின் எண்ணிக்கை மென்மேலும் அதிகரித்துக் கொண்டு தான் இருக்கின்றன. அறிவியல் சஞ்சிகைகளில் (journals) வரும் படைப்புகளில் 78 விழுக்காடு ஆங்கிலத்தில் தான் உள்ளன. அறிவியலின் பெரும்பாலான E-சஞ்சிகைகளும் (மின்னணு சஞ்சிகைகள்), ஆங்கிலத்தில் தான் வெளிவருகின்றன. அண்மைக் காலத்தில், பல ஐரோப்பிய மொழி சஞ்சிகைகள் (ஜெர்மன், பிரெஞ்ச், இத்தாலி மொழி), ஆங்கில ஆதிக்கத்திற்குப் பணிந்து ஆங்கிலத்தில் வெளிவர ஆரம்பித்துவிட்டன.

இ] அறிவியல் பதிவு ஊடகங்கள்

பண்டைய அறிவியல் பதிவு செய்யப் பட்ட (recorded) ஊடகங்கள் (medium) சுமேரியாவின் களிமண் வரைப்பட்டிகளில் தொடங்கியது. எகிப்தில் கோரைத் தாள்கள் (படம் X.5), அராபிய, கிரேக்க, இரோமானிய காலத்தில் ஆட்டுத் தோல்கள் (parchments) மற்றும் இந்தியாவில் தேவதாருமரப் பட்டைகள் (birch barks), பனை ஓலைகள் (palm leaves) (படம் X.6) போன்றவை எழுது ஊடகங்களாகப் பயன்படுத்தப்பட்டன. CE 15ஆம் நூற்றாண்டில் அச்சடிக்கும்எந்திரம் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட பின், இந்த எழுது ஊடகங்கள் மறைந்து விட்டன. பண்டைய அறிவியல் நூல்கள் பல பல்வேறு இடர்களையும் தாண்டி நமக்குக் கிடைத்திருப்பதற்கு முக்கியக் காரணம் தத்துவஞானிகளும், துறவிகளும் நகல் எடுக்கும் தொழிலில் ஈடுபட்டிருந்திருந்தவர்களும் மிகவும் சிறப்பாக இந்த நூல்களின் நகல்களை எடுத்ததுதான். எழுத்துப் படிகளாக (manuscripts) இன்றும் பல நூல்கள் இயற்கையின் சீற்றங்களான வெள்ளம், மழை, நெருப்பு, பூகம்பம், சூறாவளிக் காற்றுகள் போன்றவற்றையும் மீறி நம்மிடையே எஞ்சி காணப்படுகின்றன. எனினும், எவ்வளவு நூல்கள் இழக்கப்பட்டன, எவ்வளவு நூல்களை பாதுகாக்க முடிந்தது என்ற விவரங்கள் நமக்குக் கிடைக்கவில்லை. CE 12ஆம் நூற்றாண்டு முதல் 15ஆம் நூற்றாண்டு வரை அறிவியலும், மருத்துவமும் ஐரோப்பாவில் மிகவும் சிறப்பாக



படம் X.6. பனை ஓலையில் தமிழ் எழுத்துக்கள்

நடைமுறைப்படுத்தப்பட்ட துறைகளாகும். இதன் காரணமாக, இத்துறைகளைச் சார்ந்த பல பண்டைய கிரேக்க நூல்கள் இந்த காலக் கட்டங்களில் தான் மீட்கப்பட்டு, பாதுகாக்கப் பட்டன. இவற்றில் முக்கியமானவை அரிஸ்டாட்டில், கேலன், யூக்லிட் போன்றவர் களின் நூல்களாகும். ஏற்கனவே கூறியபடி, பல நூல்கள் வெவ்வேறு மொழிகளில் (கிரேக்க, அராபிய மற்றும் வடமொழி) இருந்து இலத்தீனுக்கு மொழிபெயர்ப்பு செய்யப் பட்டன. கோரைத் தாள்களில் இருந்து ஆட்டுத் தோலுக்கு அறிவியல் ஊடகம் மாற்றப்பட்டது, பல நூல்கள் பாதுகாக்கப்பட்டதற்கு மிக முக்கிய காரணமாக அமைந்தது.

ஈ] நூல்கள், கலைக்களஞ்சியங்கள், சஞ்சிகைகள்

அச்சடித்தல் தோன்றிய பிறகு அறிவியல் கண்டுபிடிப்புகள், கொள்கைகள் மற்றும்

கோட்பாடுகள், நூல்கள் வடிவில் பதிவு செய்யப்பட்டன. அப்பொழுது சஞ்சிகைகள் பற்றிய கருத்துரு எதுவும் இல்லை. முதலில் வெளியிடப்பட்ட நூல்கள் அனைத்தும் அறிவியல் அறிஞர்கள் தங்களுடைய ஆய்வு களின் அடிப்படையில் பெறப்பட்ட முக்கிய கண்டுபிடிப்புகளை விவரிக்கும் வகையில் அமைந்தவை. எனினும், கலைக் களஞ்சியப் படைப்புகள் (encyclopedia) மூத்த பிளைனி (CE 23-29) (37 தொகுதிகளில் வெளியான **Naturalis Historia**) என்பவரால் முதன்முதலில் மேற் கொள்ளப்பட்டன. இவரைத் தொடர்ந்து கான்ராட் ஜெஸ்னர் (1551), மற்றும் பூஃபன் *(1745)* களஞ்சியப் படைப்புகளை உண்டாக்கி னர். பல அறிவியல் அறிஞர்கள் அவரவர் துறைகளைச் சார்ந்த படைப்புகளைச் செய்த போது அவற்றை மேற்கூறிய ஆசிரியர்கள் தொகுத்து வழங்கியுள்ளனர்.

அறிவியல் சஞ்சிகையில் மிகப் பழமை யான சஞ்சிகையாகக் கருதப்படுவது Journal des Savants ஆகும். இதன் முதல் பிரதி 1665ஆம் ஆண்டு பாரிஸ் நகரில் வெளியிடப்பட்டது. இதற்கு மூன்று மாதங்கள் பின்னர், Philosophical Transactions of the Royal Society என்ற சஞ்சிகை இலண்டன் Royal Society யின் செயலாளரால் தனிப்பட்ட முறையில் வெளியிடப்பட்டது. மற்ற அறிவியல் சஞ்சிகைகள் விரைவில் இவற்றைத் தொடர்ந்து வெளியிடப்பட்டன. எனினும், 17ஆம் நூற்றாண்டின் முடிவு வரையிலும், அதற்குப் பின்னும் ஒருவரின் ஆய்வை மற்றவர் அறிந்துகொள்ள கடிதப் போக்குவரத்தையே முழுவதுமாக நம்பினர். இதன் காரணமாக, அறிவியல் கண்டுபிடிப்பு களின் சரியான முன்னோடிகளை இனங் காண்பது சற்று பிரச்சனைக்குரிய செயலாக மாறியது. எடுத்துக்காட்டாக, நுண்ணெண் கணிதத்தை முதலில் கண்டுபிடித்தது எவர் என்பது பற்றிய தீராத சர்ச்சை நியூட்டனுக்கும், இலெய்ப்னிஸுக்கும் இடையே ஏற்பட்டது. ஹாலந்து நாட்டைச் சேர்ந்த இலேவென்ஹுக் கின் கண்டுபிடிப்புகள் அனைத்துமே அவர் இலண்டன் Royal Society க்கு எழுதிய பலநூறுக்கும் மேற்பட்ட கடிதங்களின் வாயிலாகத்தான் அறியப்பட்டன என்பது இங்கு குறிப்பிடத்தக்கது. முதல் அறிவியல் சஞ்சிகை தோன்றி ஏறத்தாழ 350 வருடங்கள் கடந்துவிட்ட நிலையில் இன்று பல்லாயிரக்கணக்கான சஞ்சிகைகள் வெளியிடப்படுகின்றன. பொது வான அறிவியல் சஞ்சிகைகள் (எடுத்துக் காட்டாக, Science, Nature) முதல், ஒரு குறிப்பிட்ட அறிவியல் பொருள் பற்றிய சஞ்சிகைகள் வரை, இன்று சஞ்சிகைகள் வெளிவருகின்றன. புதுமையான அறிவியல் கண்டுபிடிப்புகளை மட்டும் வெளிவிடும் சஞ்சிகைகள் முதல் விமர்சன சஞ்சிகைகள் (review journals), குறியீட்டு சஞ்சிகைகள் (indexing periodicals) (Biological Abstracts, Chemical Abstracts, Current contents போன்றவை), ஜனரஞ்சக அறிவியல் சஞ்சிகைகள் (எடுத்துக்காட்டாக, Scientic American, Resonance, Science Reporter போன்றவை) போன்ற பல்வேறு வகை சஞ்சிகைகள் வெளிவருகின்றன. கடந்த ஒரு சில ஆண்டுகளாக அதிக அளவில் E சஞ்சிகைகள் பலதுறைகளில் வெளிவருகின்றன. இவற்றில் இணைய தளம் மூலம் அனுப்பப்படும் நிகழ் நிலை (online) E ஆய்வுக் கட்டுரைகள் ஏற்றுக் கொள்ளப்படுகின்றன.

ஆரம்பத்தில் ஆய்வுக் கட்டுரைகளைப் பிரசுரிக்கும் சஞ்சிகைகள் குறிப்பிட்ட அறிவியல் அமைப்புகளான இலண்டன் Royal Society, USA வின் National Academy of Sciences, இலண்டன் Linnean Society, பெங்களூரின் Indian Academy of Society போன்றவற்றால் மட்டுமே வெளியிடப்பட்டன. மேற்கூறியவற்றைப் போன்ற பல அறிவியல் அமைப்புகள் தொடர்ந்து சஞ்சிகைகளை இன்றும் வெளி யிட்டு வருகின்றன. ஆனால், தற்பொழுது தனியார் நிறுவனங்களான Academic Press, Pergamon Press, Kluwer போன்றவை பெரிய அளவில் சஞ்சிகை பிரசுரிக்கும் தொழிலில் ஈடுபடத் தொடங்கி விட்டன. இதன் காரண மாக, ஆய்வுக் கட்டுரைகளில் காணப்படும்

புதிய சிந்தனைகளும், கருத்துக்களும், ஆய்வின் முடிவுகளும் ஆய்வுக் கட்டுரையின் ஆசிரியர் களுக்குச் (அதாவது சொந்தக்காரர்களுக்கு) செல்லாமல் பிரசுரிப்பாளருக்கு செல்வது தற்போது தவிர்க்க முடியாததாகிவிட்டது.

அறிவியல் சஞ்சிகைகளும், ஆய்வுக் கட்டுரைகளும் இப்பொழுது தரத்தின் அடிப்படையில் வகைப்படுத்தப்படுகின்றன. தாக்கம் காரணி (impact factor) அடிப்படையிலும், ஆய்வுக் கட்டுரைகள் மேற்கோள் குறியீடு (citation index) அடிப்படையிலும் சஞ்சிகைகள் தரவகைப் படுத்தப்படுகின்றன. தாக்கம் காரணி என்பதற்கான ஆங்கிலச் சொல்லான Impact factor (IF), அமெரிக்காவின் பிலடெல்ஃபியா நகரில் அமைந்துள்ள Institute of Scientific Information என்ற நிறுவனத்தால் 1970ஆம் ஆண்டு முதன் முதலில் பயன்படுத்தப்பட்டது. ஒரு சஞ்சிகை யில் ஒரு குறிப்பிட்ட வருடத்தில் பிரசுரிக்கப் படும் ஆய்வுக் கட்டுரைகள் ஒவ்வொன்றும் அதற்கு அடுத்த இரண்டு வருடங்களில் சராசரி யாக எந்த அளவுக்கு மற்றவர்களால் அவர் களுடைய ஆய்வுக் கட்டுரைகளில் மேற்கோள் காட்டப்பட்டுள்ளன என்பதைக் குறிப்பதே தாக்கம் காரணி எனப்படுகிறது. இதற்காக 5500 சஞ்சிகைகள் தேர்வு செய்யப்பட்டு, இவற்றில் மேற்கோள் காட்டப்படும் ஆய்வுக் கட்டுரைகள் மட்டுமே தாக்கம் காரணி கணக்கிட எடுத்துக் கொள்ளப்படுகின்றன. தாக்கம் காரணி கருத்துருவில் பல குறைபாடுகளும், கடைப் பிடிப்பதில் சிக்கல்கள் இருந்தாலும், சஞ்சிகை களின் தரத்தை நிர்ணயம் செய்வதில் இது பெருமளவு பயன்படுத்தப்படுகிறது என்பதும், உலகமெங்கிலும் ஒத்துக் கொள்ளப்பட்ட ஒரு தரநிர்ணய காரணி என்பதும் மறுக்க முடியாத உண்மைகளாகும்.

உ] அறிவியல் கூட்டங்கள்

அறிவியல் கூட்டங்கள் பல வகைப்படும். மாநாடுகள் (conferences), பணிப்பட்டறைகள் (workshops), கருத்தரங்கங்கள் (seminars), விவாதக் கூட்டங்கள் (symposia) போன்றவை இவற்றில் அடங்கும் (இவற்றிற்கிடையே தற்போது அதிக வேறுபாடுகள் இருப்பதில்லை, குறிப்பாக இந்தியாவில்). அறிவியல் கூட்டங்கள் அறிவியல் அறிஞர்களிடையே கருத்துப் பரிமாற்றத்திற்கு வகை செய்கின்ற முக்கியமான வழிமுறையாகும். 19ஆம் நூற்றாண்டிற்குப் பிறகு இவ்வகைக் கூட்டங்கள் மிக அதிகமாக ஏற்பாடு செய்யப்பட்டு வந்தாலும், இவை இடைக்கால அறிவியல் வரலாற்றில் இருந்தனவா என்பதற்குச் சரியான வரலாற்று ஆதாரங்கள் கிடைக்கவில்லை. ஆனால் இடைக்காலத்தில் பாக்தாத்தை தலைநகரமாக நிறுவும் நிகழ்ச்சியின் போது இரண்டாவது அப்பாசிட் காலிஃப் அப்துல்லா அல் மன்சூர் ஏற்பாடு செய்த ஒரு மாநாட்டில் இந்தியாவைச் சேர்ந்த கனகா என்ற கணிதவியல் அறிஞர் பங்கேற்றுக் கொண்டதற்கான ஆதாரங்கள் நமக்குக் கிடைக்கப்பெற்றுள்ளன. தற்போது, பல அறிவியல் கூட்டங்கள் உலக அளவிலும், நாடுகள் அளவிலும், மாநில அளவிலும் நடைபெற்று வருகின்றன. எல்லா அறிவியல் துறைகளிலும் இவை நடைபெற்று வருகின்றன.

ஊ] கணினி மூல அறிவியல் பரிமாற்றம்

அறிவியல் கருத்துப் பரிமாற்றத்திலும், அறிவியலைப் பற்றிய தகவல்கள் பெறுவதிலும் தற்போதைய போக்கு கணினி வழி பரிமாற்றம் தான். உலக அளவில் நமக்கு மிக விரைவாக அதிக தகவல்களைப் பெறுவதற்கான வாய்ப்பு தற்பொழுது எட்டியுள்ளது. அறிவியல் தகவல் கள் ஒவ்வொரு 10-12 வருடங்களுக்கு ஒருமுறை தற்பொழுது இரட்டிப்பாகின்றன. பொதுத் தகவல்கள் 2-3 வருடங்களுக்கு ஒருமுறை இரட்டிப்பாகின்றன. World Wide Web (WWW) ஏறத்தாழ நான்கு மில்லியன் மின்அணு பக்கங்களைக் (electronic pages) கொண்டுள்ளது. தற்பொழுது ஒவ்வொரு நாளும் இதில் ஒரு மில்லியன் மின் பக்கங்கள் கூடிக்கொண்டே போகின்றன. எந்தத் தலைப்பை எடுத்துக் கொண்டாலும் விவர சேமிப்பு வங்கிகள் தற்பொழுது இருக்கின்றன. இவற்றில் இருந்து

தேவைப்பட்ட விவரங்களை நாம் பிரச்சனை எதுவுமின்றி பெற்றுக்கொள்ளலாம்.

விவரங்கள் என்பது ஒரு குறிப்பிட்ட, யாவராலும் ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்ட, குறியள வுடன் (standard) தொடர்புபடுத்தப்பட்டு செய்யப்பட்ட கண்டுணர்தல் (observation), அளவீடுகள் அல்லது செய்திகள் போன்ற வற்றைக் குறிக்கும் இவற்றிலிருந்து வேண்டிய தகவல்களைப் (information) பெறமுடியும். விவரங்கள் பல ஒன்று சேர்க்கப்பட்டோ (integrated), செயல்முறைக்கு உள்ளாக்கப் பட்டோ (processed), பொருள்படுத்தப்பட்டோ (interpreted) அல்லது வேறு வகையில் கையாளப் பட்டோ (manipulated) விவரங்களிலிருந்து தகவல்கள் பெறப்படுகின்றன. அதாவது, விவரங்களைப் பகுப்பாய்வு செய்தோ (analysis) அல்லது பொருள் படுத்தப்பட்டோ (interpretation) பெறப்படுவது தகவல் ஆகும். விவரங்கள் சேமிக்கப்பட்டு, மேலாண்மை செய்யப்பட்டு, மற்ற விவரங்களோடு ஒன்றுசேர்ப்பதற்காக எளிதாகக் கிடைக்கப்பட வேண்டும். அவ்வாறு செய்தால்தான் தேவைப்பட்ட போதும், தேவை எதுவெனிலும் விவரங்களிலிருந்து எளிதாகத் தகவல்களைப் பெற முடியும், பயன்படுத்த முடியும்.

கடந்த ஒரு சில பத்து ஆண்டுகளில் அறிவியலின் எல்லாத் துறைகளையும் பற்றிய விவரங்கள் முன்பு எப்பொழுதும் இல்லாத அளவு பெருத்துவிட்டன. தற்கால அறிவியல் சாதனங்கள், விவரம் சேமிப்புத் திறன், மற்றும் கணினிகளில் ஏற்பட்டுள்ள முன்னேற்றங்கள் ஆகிய மூன்றும் ஒன்றாக இணைந்து மிக அதிக அளவு விவரங்களைப் பெறுவதற்கு உதவி செய்கின்றன. ஜுல்ஸ் ஹென்றி பாயின்கைர் (Jules Henri Poincaire) (1902) அவர்களின் கூற்றுப் படி ''எப்படி ஒரு வீடு கற்களால் கட்டப்படு கிறதோ அப்படி அறிவியல் என்பது உண்மைச் செய்தி களால் (facts) ஆக்கப்பட்டது. ஆனால் எப்படி ஒரு வீடு கற்களின் குவிப்பினால் உண்டாக்கப் படுவதில்லையோ அதைப் போன்று உண்மைச் செய்திகளைக் குப்பை போன்று திரட்டுவதால் அறிவியல் உண்டாக்கப் படுவதில்லை.''

அதிக அளவு விவரங்கள் பகுப்பாய்விற்கு உட்படுத்தப்பட்டு அவற்றிலிருந்து ஒரு ஒழுங்கு (pattern) கண்டுபிடிக்கப்படும் செயலுக்கு விவரத்துளைப்பு (data mining) என்ற சொற்றொடர் பயன்படுத்தப்படுகிறது. மிகவும் பரவலாக விரிந்து ஒன்றுக்கொன்று தொடர் பற்றது போல காணப்படும் விவரங்களை ஒரே பொதுத் தளத்தில் சேகரித்து அவற்றில் ஒரு ஒழுங்கான பாங்கைக் கண்டறிவதையும் விவரத் துளைப்பு குறிப்பிடுகிறது. விவரத் துளைப்பு நிகழ்வு தற்பொழுது உலகளாவிப் பரந்து காணப்படுவதால் உலகம் முழுவதும் விவர பரிமாற்றம் மிகவும் பரவலாகிவிட்டது. பொது மக்களின் தேவையை ஈடுசெய்யும் வகையில் விவரங்கள் பொதுத்தளங்களில் (public domain sites) கிடைக்க ஆரம்பித்துவிட்டன. பல வியாபார நிறுவனங்கள், குறிப்பாக மருந்து நிறுவனங்கள், பெரிய அளவில் விவரத் துளைப்புச் செயலை ஆரம்பித்துள்ளன. "Data Mining and knowledge Discovery" என்ற தலைப்பில் ஒரு சஞ்சிகையே ஆஸ்திரேலியாவி லிருந்து வெளிவருகிறது என்பது இங்கு குறிப்பிடத்தக்கது.

தகவல் தற்பொழுது அதிகமாக கணினி வலையமைப்பின் மூலமும் பெறப்படுகிறது. நமக்குக் கிடைத்துள்ள வலையமைப்புக் கருவிகள் மற்றும் பயன்படுத்துதல்கள் பின்வரு மாறு : e-அஞ்சல், LISTERV, USENET, Network Information Retrieval (NIR) கருவிகளான Telnet, File Transfer Protocol (FTP), Wide Area Information Server (WAIS), GOPHER, Veronica மற்றும் WWW போன்றவை. கணினி வலையமைப்புகளில் மிகவும் நன்றாக அறியப்பட்டது இணையதளம் (internet) ஆகும். Internet Society யும் International E-mail Accessibility Pageம் ஒன்றுசேர்ந்து இணையதள இணைப்பை (connectivity) அவ்வப்பொழுது புதுப்பிக்கின்றன (updated). தகவல் தேடும் எந்திரங்கள் (search engines), தகவலைத் தேடித் தரும் அடிப்படைக் கருவி

களாகும். இவை முக்கியமான விவர வங்கிகளில் (databases) இருந்து விவரங்களைத் தேடித் தரக்கூடியவை. இணையதள தேடும் எந்திரங்களில் மிக முக்கியமானவை : Altavista, Infoseek, Lycos, Yahoo, Netsearch, Rediff, Google போன்றவை.

2) நூல்கள் மூலம் அறிவியல் பரப்புதலும் ஜனரஞ்சகமாக்குதலும்

பன்னெடுங்காலமாக அறிவியல் மனித இனத்திற்குச் சேவை செய்வதில் ஈடுபட்டுள்ளது. மேலும், இது பல்வேறு துறைகளாக வளர்ந்து ஓங்கியுள்ளது. இதன் காரணமாக, சாதாரண மனிதர்கள் புதிய அறிவியல் கண்டுபிடிப்புகளைப் புரிந்துகொள்ளுதல் கடினமாகிறது. இதேபோன்று, ஒரு அறிவியல் துறை வல்லுநர் மற்றொரு துறையைப் பற்றி தெரிந்து கொள்வதும் கடினமாகிறது. ஜனரஞ்சகமான அறிவியல் நூல்கள் மூலம் சாதாரண மனிதர்களும் அறிவியலைப் புரிந்து கொள்ளும் முயற்சி ஓரளவாவது மேற்கொள்ளப்பட வேண்டும் என்ற தேவை தற்போது அதிகமாகியுள்ளது. ஜனரஞ்சகமான அறிவியல் நூல்களில் முதன்மையாக வெளியிடப்பட்ட நூலாகக் கருதப்படுவது பீடே (Bede) என்பவர் CE 725 ல் எழுதிய ***De Temporum Ratione*** என்ற நூல்தான். இதில் தான் அறிவியல் சார்புடைய தகவல்கள் மிகவும் எளிமையாக்கப்பட்டு சாதாரண மனிதர்களும் பயனடையும் வகையில் எழுதப்பட்டுள்ளன. CE 8 முதல் 16ஆம் நூற்றாண்டு வரை எண் கணக்கியல் மற்றும் காலம் காட்டி தொடர்பான கணித்தல்கள் பற்றி பாமர மக்களும், தொழிலில் ஈடுபட்டவர்களும் அறிந்து கொள்ளும் வகையில் இது ஒரு பாடநூல் போன்று செயல்பட்டு வந்திருக்கிறது. இதன் முதல் அத்தியாயத்தில் ''விரல் எண்ணுதல்'' (finger counting) பயன்படுத்தப்பட்டு கணித்தல்கள் செய்யப்பட்டுள்ளன. எனினும், பிரான்ஸ் நாட்டைச் சேர்ந்த ஃபான்டெல் (Fontelle) (1657-1757) என்பவர் தான் ஜனரஞ்சக அறிவியல் நூல்களின் முன்னோடி என்று கூறலாம். இவருக்கு முன்னால் பலர் இத்தகைய முயற்சியில் ஈடுபட்டிருந்தாலும், ஃபான்டெல் தான் தன் வாழ்நாள் முழுவதும் சாதாரண பாமர மக்களும் அறிவியலை எளிதாகப் புரிந்து கொள்ளும் வகையில் பல நூல்களையும் கட்டுரைகளையும் எழுதியவர். இவர் ஒரு வழக்கறிஞராக இருந்தபோதிலும், அறிவியல் நூல்கள் எழுதி சாதனை படைத்தவர். இவருடைய முதல் நூலான ***Entretiens sur la pluralite des mondes (= பன்மயமான உலகங்களைப் பற்றிய உரையாடல்கள்)*** 1686ஆம் ஆண்டு வெளியிடப்பட்டது. இதில் வானியல் துறையில் ஏற்பட்டிருந்த புதிய கண்டுபிடிப்புகள் மற்றும் தகவல்கள் பற்றி இவர் விளக்கியுள்ளார். இந்த நூல் மிகவும் ஜனரஞ்சகமாக இருந்ததால் இது பலமுறை புதுப்பிக்கப்பட்டு, புதுத் தகவல்கள் சேர்க்கப்பட்டு பிரசுரிக்கப்பட்டது. ஃபான்டெல் எழுதிய மற்றொரு மிகச் சிறந்த படைப்பு ***Histoires (= வரலாறு)*** ஆகும். இதில், அவர் காலத்தில் வாழ்ந்த மிகச் சிறந்த பல்வேறு துறை அறிவியல் அறிஞர்களின் படைப்புகள் எளிமையாக விளக்கப்பட்டுள்ளன. இவருடைய மற்றொரு தொடர் படைப்பு ***Eloges (=புகழ்ச்சிகள்)*** ஆகும். இதில் மிகச் சிறந்த அறிவியல் அறிஞர்களைப் பற்றி அவர்களின் இறப்புக்குப் பிறகு எழுதப்பட்ட தகவல்கள் அடங்கியுள்ளன.

மேரி சோமர்வில்லே (Mary Somerville) (1780-1872) 19ஆம் நூற்றாண்டின் மிகச் சிறந்த அறிவியல் பெண் எழுத்தாளர் ஆவார். இவர் தன்னுடைய 11ஆம் வயது வரை பள்ளிக்குச் செல்லவில்லை; படிக்கவும் தெரியாது. எனினும், அதற்குப் பின் தானாகவே இலத்தீன் மற்றும் கிரேக்க மொழிகளைக் கற்றுக்கொள்ள ஆரம்பித்தார். தன்னுடைய 36ஆம் வயது முதல் அறிவியல் பற்றி எழுத ஆரம்பித்த இவர், *1834*ஆம் ஆண்டு **The Connections of the Physical Sciences** என்ற நூலையும், *1848*ஆம் ஆண்டு **Physical Geography** என்ற நூலையும் எழுதி மிகவும் பிரபலமான அறிவியல் எழுத்தாளரானார். இவற்றைத் தொடர்ந்து, வானியல்

பற்றிய ஒரு நூலையும், *Newton's Principia* என்ற நூலையும் படைத்தார். **The Mechanics of the Heavens** என்ற தலைப்பில் *1831*ஆம் ஆண்டு எழுதிய அவருடைய நூல் மிகச் சிறந்த அறிவியல் நூலாகக் கருதப்பட்டது. சார்லஸ் இலயல் என்ற புவியியல் நிபுணருக்கும், ஜான் ஹுர்ஷல் என்ற வானியல் நிபுணருக்கும் மிகவும் பிடித்த அபிமான அறிவியல் எழுத்தாளர் இவராவார்.

மேரி சோமர்வில்லேவைத் தொடர்ந்து பலா ஜனரஞ்சக அறிவியல் நூல்களைப் படைத்தனர். இவர்களில் புகழ்பெற்ற அறிவியல் அறிஞர்களும் அடங்குவர். ஃபேய்ன்மான், பால் டேவிஸ் (Paul Davis), ஸ்டீவன் ஹாக்கிங், பென்ரோஸ் (Penrose) மற்றும் காப்ரா (Capra) போன்றவர்கள் இவர்களில் முக்கியமானவர்கள். மிகச் சிறந்த ஜனரஞ்சக அறிவியல் எழுத்தாளராகக் கருதப்பட்டவர் ஐசக் அசிமோவ் (Isac Asimov) ஆவார். இவர் நூற்றுக்கணக்கான எளிய அறிவியல் நூல்களைப் பல்வேறு அறிவியல் துறைகள் குறித்து எழுதியுள்ளார். கடந்தகால மிகச் சிறந்த அறிவியல் அறிஞர்கள் பற்றிய கலைக்களஞ்சிய நூல் தொகுதியை வெளியிட்ட பெருமையும் இவருக்கு உண்டு. ஸ்டீவன் ஹாக்கிங்கின் **A Brief History of Time**, ஜனரஞ்சக அறிவியல் நூலுக்கு மிகச் சிறந்த எடுத்துக் காட்டு.

3) அறிவியல் கதைகள்

மக்களிடையே அறிவியல் உணர்வை வளர்க்க உதவி புரிந்தவற்றில் அறிவியல் கதைகள் (Science fictions) பெரும்பங்கு வகிக்கின்றன. அறிவியல் கதையை எளிதாக வரையறுக்க முடியாது. சிறந்த அறிவியல் கதைகளுக்கான யூகோ பரிசுகளை (Hugo awards) உருவாக்கிய யூகோ கெர்ன்ஸ்பேக் (Hugo Gernsback) என்பவர் கொடுத்த வரையறை ஓரளவுக்குப் பொருத்தமான வரையறையாகத் தென்ட'டுகிறது. அவரின் கூற்றுப்படி அறிவியல் கதை என்பது அறிவியல் உண்மைச் செய்திகளும் தீர்க்கதரிசனமான தொலைநோக்கும் (vision) கலந்த ''ஒரு வசீகரமான சாகசம் மிகுந்த கதை''. ஜீல்ஸ் வெர்னே (Jules Verne), H.G.வெல்ஸ் (H.G.Wells), எட்கார் ஆலன் போ (Edger Allan Poe) போன்றவர்கள்தான் மிகச்சிறந்த அறிவியல் கதை ஆசிரியர்கள் என்று அவர் கருதுகிறார். ஜெயந்த் நர்லிகர் (Jayant Narlikar) (2003) என்பவரின் கூற்றுப்படி, ஜான் கேம்ப்பெல் (John Campbell) என்பவர்தான் இந்த வகை இலக்கியத்திற்கு அறிவியல் கதை (Science fiction) என்ற பெயரைச் சூட்டியவர். அவருடைய வரையறைப்படி அறிவியல் கதை என்பது தெரிந்த அறிவியல் நிகழ்வுகளை விளக்கி புதிய, அதுவரை கண்டுபிடிக்காத, அறிவியல் நிகழ்வுகளை முன்கூட்டியே ஊகிப்பது மனிதர்களையும், எந்திரங்களையும் பயன்படுத்தி இவையனைத்தையும் கதை வடிவத்தில் புனைதல்.

ஆனால், சமீப காலத்தில் பல்வேறு வகையான நூல்களை அறிவியல் கதைகள் என்று மக்கள் நினைக்கின்றனர். குறிப்பாக, திகில், சூனியம், மாயமந்திரம், தேவதைக் கதைகள் (fairy tales) போன்றவற்றை வைத்து எழுதப்பட்ட நூல்கள் எல்லாம் அறிவியல் நூல்கள் என்று கருதப்படுவது வருந்தத்தக்கது. உண்மையான அறிவியல் கதைகளில் இவையனைத்தும் விலக்கப்பட வேண்டும். ஒரு நல்ல அறிவியல் கதை எழுத்தாளருக்கு அறிவியலின் நெளிவு சுளிவுகளும், உண்மைச் செய்திகளும் தெரிந்திருப்பதோடு, அதிகத் துணிவும் தீர்க்க தரிசன தொலைநோக்கும் அவசியம் தேவை என்று ஜெயந்த் நர்லிகர் கருதுகிறார். அறிவியல் அறிஞர்களிடம் முதல் இரண்டு தேவைகளும் காணப்படும்; ஆனால் கடைசி இரண்டும் காணப்படாது. சாதாரண கதையாசிரியர்களிடம் முதல் இரண்டும் காணப்படாது; கடைசி இரண்டும் காணப்படும். இரண்டிலும் வல்ல அறிவியல் அறிஞர்களில் ஒருவர் ஃபிரெட் ஹாயில் (Fred Hoyle) ஆவார். இவர் தன்னுடைய நூலான **Black Cloud** என்பதில் இந்தத் திறமைகளை வெளிப்படுத்தியுள்ளார்.

இந்தியாவில், அறிவியல் கதைகள் மற்ற நாடுகளில் வளர்ந்திருப்பது போன்று எதிர் பார்க்கும் அளவு எண்ணிக்கையிலும், தரத்தி லும் வளரவில்லை. மிகப் பிரபலமான வங்காள அறிவியல் அறிஞரான ஜகதீஷ் சந்திர போஸ் *1897ஆம் ஆண்டு* **The Taming of the Storm** என்ற தலைப்பில் முதல் இந்திய அறிவியல் கதையை எழுதினார். ஏறத்தாழ அதே காலக்கட்டத்தில் S.B. இரானடே (S.B.Ranade), மராத்திய மொழி யில் *Tareche Hasya (= தாராவின் சிரிப்பு)* என்ற தலைப்பில் ஒரு அறிவியல் கதையைப் படைத்தார். அறிவியல் கதைகளை உருவாக்கிய மற்ற எழுத்தாளர்களில் சத்யஜித்ரே (Satyajit Ray), பால் போண்ட்கே (Bal Phondke), ஜெய்ந்த் நர்லிகர், சுஜாதா (Sujata) (இயற்பெயர் அரங்கராஜன்) போன்றவர்கள் அடங்குவர். பால் போண்ட்கே *1993ஆம் ஆண்டு* **It Happened Tomorrow** என்ற தொகுப்பு நூலில் இந்தியாவின் பல்வேறு மொழிகளில் எழுதப்பட்ட அறிவியல் கதைகள் தொகுக்கப்பட்டுள்ளன. ஜெயந்த் நர்லிகர் 1976ஆம் ஆண்டு *Dhoomaketu* (= தூமகேது) என்ற மராத்தி மொழி நூலையும், **2005ல் Tales of the Future** (பத்து சிறந்த அறிவியல் கதைகளின் தொகுப்பு) என்ற நூலையும் படைத்தார். நர்லிகரின் ஆசை என்னவெனில், இந்தியாவின் அறிவியல் கதை எழுத்தாளர்கள், பன்னெடுங்காலமாக சாதாரண மனிதர்களிடம் நிலவிவரும் மூட நம்பிக்கைகளை (வளர்ப்ப தற்குப் பதிலாக) களையும் முயற்சிகளில் தம்முடைய நூல்கள் மூலம் ஈடுபட வேண்டும் என்பது தான்.

4) அறிவியல் சங்கங்கள்

அறிவியலை வளர்க்க அறிவியல் சங்கங் கள் (academies) பெரும்பங்கு வகித்துள்ளன; வகித்தும் வருகின்றன. இவை அறிவியல் அறிஞர்களுக்கும் மிகுந்த ஆதரவை நல்கியிருக் கின்றன. அவர்களுடைய படைப்புகளைத் தங்களுடைய சங்க வெளியீடுகளாகவோ (Proceedings) அல்லது அவை நடத்தும் சஞ்சிகை கள் மூலமாகவோ வெளியிட்டு அவர்களுக்கு ஊக்கமளித்துள்ளன. *1560ஆம் ஆண்டு* நேப்பில்ஸ் (Naples) நகரில் முதல் அறிவியல் சங்கம் Accademia Secretorum Naturae என்ற பெயரில் இத்தாலி நாட்டு இயல்பியல் பேராசிரியர் கியாம்படுஸ்டா டெல்லா போர்ட்டா (Giambatusta della Porta) என்பவரால் தொடங்கப்பட்டது. இதைத் தொடர்ந்து ஃப்ளோரன்ஸ் (Florence) நகரில் கலிலேயோ வின் மாணவர்களால் Accademia del cimento என்ற பெயரில் ஒரு சங்கம் தொடங்கப்பட்டது. இவற்றில் முதல் சங்கம் சர்ச்சின் ''விசாரித்தல்'' (Inquisition) மூலம் மூடப்பட்டுவிட்டது. 17ஆம் நூற்றாண்டில் பல அறிவியல் சங்கங்கள் வெவ்வேறு வடிவங்களிலும், அளவுகளிலும் தோன்ற ஆரம்பித்தன. Lunar Society என்ற அறிவியல் அறிஞர் கூட்டமைப்பு 1776ஆம் ஆண்டு மாத்யூ போல்ட்டன் (Matthew Boulton) என்பவரால் சம்பிரதாய முறைப்படி அல்லாமல் தொடங்கப்பட்டது. இதில் அறிவியலில் ஈடுபாடு கொண்ட நண்பர்களும், சக அறிவியல் அறிஞர்களும் உறுப்பினர்களாக இருந்தனர். இவர்களில் முக்கியமானவர்கள்: ஜேம்ஸ் வாட், ஜோசப் பிரீஸ்ட்லீ, ஜேம்ஸ் பிளாக், எராஸ்மஸ் டார்வின் போன்றவர்களாவர்.

17ஆம் நூற்றாண்டில் முழுவதும் வளர்ச்சி யடைந்த, நாட்டளவில் தொடங்கப்பட்ட அறிவியல் சங்கங்கள் பல தோன்றின. இவற்றில் ஒரு சில சங்கங்கள் இன்றும் மிகச்சிறப்பாகவும், வலுவானதாகவும் இயங்கி வருகின்றன. Accademia dei Lincei என்ற சங்கம், ஃபெடரிகோ செஸி (Federico Cesi) என்ற உரோமானிய அரச குமாரனால் *1603ஆம் ஆண்டு* தொடங்கப் பட்டது. இதில் கலிலேயோ உறுப்பினராக இருந்தது குறிப்பிடத்தக்கது. Royal Society of London *1662ஆம் ஆண்டு* பதினான்காம் லூயி (Louis XIV) யாலும், ஜீன்-பாப்டிஸ்ட் கோல்பெர்ட் (Jean-Baptiste Colbert) என்பவரால் Paris Academy Sciences 1666 ஆம் ஆண்டும் தொடங்கப்பட்டன. St. Petersburg Academy 1724 ஆம் ஆண்டு நிறுவப்பட்டது. அமெரிக்காவின் ஃபிலடெல்ஃபியாவில் பெஞ்சமின்

ஃபிராங்க்லின் என்பவரால் 1743ஆம் ஆண்டு American Philosophical Society தொடங்கப் பட்டது. 1770ஆம் ஆண்டு Berlin Academy நிறுவப்பட்டது. இந்த அறிவியல் சங்கங்கள் அனைத்தும் 17 மற்றும் 18ஆம் நூற்றாண்டுகளில் அறிவியல் வளர்ச்சிக்கு ஆற்றிய தொண்டுகள் மகத்தானவை. இவை அறிவியல் அறிஞர்கள் ஒரு இடத்தில் ஒன்றுசேரவும், அறிவியல் தகவல்களைப் பரிமாற்றம் செய்து கொள்ளவும் உதவியதோடல்லாமல், புதிய அறிவியல் கண்டுபிடிப்புகளைப் பரவலாகப் பரப்பவும் உதவிபுரிந்தன. சிறப்பு அறிவியல் சொற் பொழிவுகள் மற்றும் கூட்டங்கள் போன்ற வற்றையும் இவை ஏற்பாடு செய்தன. 18ஆம் நூற்றாண்டின் முடிவிலும் 19ஆம் நூற்றாண்டின் தொடக்கத்திலும், பல அறிவியல் சங்கங்களும், அமைப்புகளும் உலகம் முழுவதும் தொடங்கப் பட்டன. இவற்றில் முக்கியமானவை : Manchester Literary and Philosophical Society (1781), Royal Society of Edinburge (1783), Linnean Society, London (1788), Royal Institution of Great Britain (1799), British Association for the Advancement of Science (1831), Chemical Society (1841) போன்றவை. Third World Academy of Science (TWAS) என்ற அறிவியல் சங்கம் 1983ஆம் வருடம் பாகிஸ்தானைச் சேர்ந்த நோபல் பரிசு பெற்ற அப்துஸ் சலாம் (Abdus Salam) என்பவ ரால் இத்தாலியின் டிரிஸ்டி (Trieste) நகரில் நிறுவப்பட்டது. இதில் 62 வளரும் நாடுகளைச் சேர்ந்த ஏறத்தாழ 480 பேர் உறுப்பினர்களாக உள்ளனர். இந்த அமைப்பின் முக்கிய நோக்கம், மூன்றாம் உலக நாடுகளில் (வளரும் நாடுகளில்) அறிவியலை வளர்ப்பதுதான்.

தற்பொழுது காணப்படுவது போலவே, இந்த அறிவியல் சங்கங்களும், அமைப்புகளும் நிலைத்துநின்று செயல்படுவதற்கான பண வசதித் தேவை மிகுந்த பிரச்சனையாக இருந்தது. பெரும்பாலான சங்கங்கள் மன்னர்களாலோ, அரசாங்கத்தாலோ ஆதரிக்கப்பட்டு வந்தன. Royal Society, Philadelphia Society, போன்ற ஒரு சில சங்கங்கள் தனியார் ஆதரவாலும், உறுப்பினர் களின் ஆதரவாலும் நிலைத்து செயல்பட்டன.

இந்தியாவில் 1784ஆம் ஆண்டு ஜனவரி 15ஆம் நாள் கல்கத்தா (தற்போது கொல்கத்தா) நகரில் முப்பது ஐரோப்பிய அறிஞர்கள் ஒன்றுகூடி Asiatick Society என்ற சங்கத்தை நிறுவ உறுதி பூண்டனர். இந்தச் சங்கத்தின் மூலம் இந்தியாவில் அறிவியல் செயல்களை ஊக்கு விக்க இவர்கள் நினைத்தனர். இந்தச் சங்கம் பின்னால் Asiatic Society of Bengal என்றும், 1936ஆம் ஆண்டு Royal Asiatic Society of Bengal என்றும் பெயர் மாற்றம் செய்யப்பட்டது. 1832ஆம் ஆண்டு முதல் இந்தச் சங்கம் Journal of the Asiatic Society என்ற சஞ்சிகையை வெளியிட ஆரம்பித்தது. 1820ஆம் ஆண்டு Agricultural Society of India வும் (இது 1826ல் Agricultural and Horticultural Society என்று பெயர் மாற்றம் பெற்றது), 1848ஆம் ஆண்டு Bombay Natural History Society யும் உருவாக்கப்பட்டன. முனைவர் மகேந்திர லால் சிர்கார் (Mahendra Lal Sircar), அருள்தந்தை இலஃபாண்ட் (Lafont) அவர்களுடன் ஒன்றுசேர்ந்து Indian Association for the Cultivation of Science (IACS) என்ற அறிவியல் சங்கத்தை 1876ஆம் ஆண்டு கொல்கத்தா நகரில் நிறுவினார். IACS என்பது Indian Association என்ற அரசியல் சங்கத்தின் அறிவியல் பிரிவாக நிறுவப்பட்டது. Indian Association என்ற அமைப்பு, படித்த இந்தியர்களின் அமைப்பாக வும், இந்திய தேசிய காங்கிரஸின் முன்னோடி யாகவும் திகழ்ந்தது. IACS ன் முக்கிய குறிக்கோள், இந்திய மக்கள் புதிய ஆய்வுகளின் மூலம் அறிவியலை வளர்க்க வேண்டும் என்பதுதான். Astronomical Society of India 1910 ஆம் ஆண்டு கொல்கத்தாவில் தொடங்கப் பட்டது. இதில் ஆரம்பத்தில் 192 உறுப்பினர்கள் இருந்தனர். சர்.சி.வி.இராமன் இதன் முக்கிய உறுப்பினர்களில் ஒருவராவார். 1920ஆம் ஆண்டு வரை இந்த அமைப்பு ஒரு சஞ்சிகையை வெளியிட்டது. இதே ஆண்டில் இந்த அமைப்பு செயலற்றுவிட்டது என்றாலும், இதே பெயரில், இன்னொரு சங்கம் 1973ஆம் ஆண்டு ஐதராபாத்தில் தொடங்கப்பட்டது.

தற்பொழுது இந்தியாவின் அறிவியல் சங்கங்களில் மிகவும் சிறப்பு வாய்ந்தவை,

டெல்லியில் அமைந்துள்ள Indian National Science Academy (INSA), *(1935ஆம் ஆண்டு நிறுவப் பட்டது)*, பெங்களூரில் அமைந்துள்ள Indian Academy of Sciences, மற்றும் அலகாபாத்தில் அமைந்துள்ள National Academy of Sciences. இவற்றைத் தவிர கொல்கத்தாவில் அமைந் துள்ள Indian Science Congress Association என்ற அமைப்பும் இந்திய அறிவியலின் வளர்ச்சிக்கு உறுதுணையாக உள்ளது.

5) பல்கலைக்கழகங்கள்

பன்னெடுங்காலமாகவே பல்கலைக் கழகங்கள் உலகளவில் அறிவியல் ஆய்வுகளை மேம்படுத்துவதில் பெரும்பங்கு வகித்துள்ளன. உலகின் மிகப் பழமையான பல்கலைக் கழகங்கள் இந்தியாவில் தான் நிறுவப்பட்டன என்பதற்கு ஆதாரங்கள் பல உள்ளன. இந்தியா வில் பல்கலைக்கழக அமைப்பு வேதகாலத்து குருகுல (Gurukula) அமைப்பிலிருந்து பரிண மித்தது. குருகுல அமைப்பில் தனிப்பட்ட குருநாதர்கள் (Gurus), *(= ஆசிரியர்கள்)* தங்களுடைய குடிலைச் சுற்றி அமைக்கப்பட்ட பள்ளிகள் மூலம் கற்றலைப் பரப்பினர். குருநாதரின் குடும்பத்தின் ஒரு அங்கமாக மாணவர்கள் வாழ்ந்தனர். கற்றலுக்கு ஈடு செய்யும் வகையில் குருநாதரின் குடும்பத்தின் குற்றேவல்களைக் கூட மாணவர்கள் செய்தனர். கல்வியைத் தவிர மாணவர்களுக்கு உண்ண உணவும், இருக்க இடமும் கொடுக்கப்பட்டன. முழுவதும் கற்றபின் (அதாவது குருகுல வாழ்க்கை முடிந்தவுடன்), குருநாதருக்கு மாணவர்கள் குரு காணிக்கைகள் (Gurudakshina) கொடுத்தனர்.

இவ்வாறு குருநாதர் குடும்பம்-சார்ந்த கற்றல், கற்பித்தல் முறை காலப்போக்கில் கல்வி நிலையங்கள் பரிணமிக்க வகைசெய்தது. பல குருநாதர்கள் அருகருகாமையில் கூட்டாக வாழ நேர்ந்தபோது (குறிப்பாக ஆற்றங்கரைப் பகுதிகளில்), இவர்கள் நடத்தி வந்த குருகுலங்கள் (= பள்ளிகள்) ஒன்றாக இணைந்து பல்கலைக்கழகங்களாக மாறியிருக்க வேண்டும். இந்தியாவின் பண்டைய பல்கலைக் கழகங்களில் மிக முக்கியமானது இந்தியாவின் வடமேற்கு மூலையில் அமைந்திருந்த (தற்போது பாகிஸ்தானின் இராவல்பிண்டி நகருக்கு அருகில்) தட்சசிலம் (Taxilla என்ற Takshashila) (ஏறத்தாழ BCE 800-450) ஆகும். ஜீலம் மற்றும் சிந்து நதிகளின் வளமான சமவெளிப் பகுதியில் இது அமைக்கப் பட்டிருந்தது. மாவீரன் அலெக்சாண்டர் இந்திய விஜயத்திற்குப் பின்பு கிரேக்க நாட்டுக்குத் திரும்பியபோது இந்தப் பல்கலைக்கழகத்தின் பல அறிஞர்களைத் தன்னுடன் கூட்டிச் சென்ற தாகத் தெரியவருகிறது. சாணக்கியா (Chanakya), தவும்ய முனி (Dhaumya Muni), நாகார்ஜுனா (Nagarjuna) மற்றும் ஆத்ரேயா (Atreya) போன்ற சிறப்பான ஆசிரியர்கள் இந்தப் பல்கலைக் கழகத்தில் பணிபுரிந்திருக்கிறார்கள். இப் பல்கலைக் கழகத்தில் அறிவியலின் பல்வேறு துறைகள் இருந்தன. அறிவியல் துறைகளைத் தவிர இப் பல்கலைக்கழகத்தில் பில்லிசூனியம், மாந்திரீகம், மாயாஜாலம் போன்றவற்றிலும் பாடங்கள் கற்பிக்கப்பட்டன. மருத்துவம், அறிவியல் போன்ற துறைகளில் மாநாடுகள் இங்கு நடத்தப்பட்டன. இந்த மாநாடுகளுக்கு இந்தியாவிலிருந்து மட்டுமின்றி பாபிலோனியா, சிரியா, அரேபியா, போனிஷியா, சீனா, பெர்சியா போன்ற நாடுகளி லிருந்தும் அறிஞர்கள் வந்து பங்கேற்றனர். இந்தப் பல்கலைக்கழகம் கடைசியில் ஹுனர் களால் அழிக்கப்பட்டது.

காசி (Kasi) என்று அழைக்கப்படும் வாரணாசி (Varanasi), மற்றொரு பண்டைய இந்தியப் பல்கலைக்கழகமாகும். இது வாரணா (Varana) மற்றும் ஆசி (Asi) ஆகிய இரண்டு நதிகளும் இணையும் பகுதியில் (தற்பொழுது உத்திரப்பிரதேசத்தில் அமைந்துள்ளது) நிறுவப் பட்டது. ஏறத்தாழ 3000 ஆண்டுகளுக்கும் மேலாக இந்த பல்கலைக்கழகம் தொடர்ந்து செயல்பட்டு மிகவும் சிறப்பான பெயரோடு விளங்கியது. சுஸ்ருதா இங்கு மருத்துவமும்

அறுவைச் சிகிச்சையும் கற்பித்தார். நாலந்தா (Nalanda) என்ற தற்போது பீகார் மாநிலத்தில் அமைந்துள்ள இடத்தில், மிகச் சிறப்பான பண்டைய பல்கலைக்கழகம் ஒன்று செயல் பட்டு வந்தது. புத்தகோசா (Buddhaghosa), ஆர்யதேவா (Aryadeva), கமலஷீலா (Kamalasheela), கர்ணபதி (Karnapati) மற்றும் ஜோதிபாலா (Jothi Pala) போன்றவர்கள் இங்கு இருந்த ஆசிரியர்களில் சிறப்பானவர்கள் ஆவர். தர்மகஞ்சா (Dharmaganja) என்ற பெரிய நூலகம் இப்பல்கலைக்கழகத்தில் அமைந்திருந்தது. பல்வேறு அறிவியல் துறைகள், கணிதம் மற்றும் மருத்துவம் போன்றவை இங்கு கற்பிக்கப் பட்டன. இவற்றைத் தவிர தென்னிந்தியாவில் அமைந்திருந்த காஞ்சி (Kanchi) யும், விக்ரமசீலா (Vikramasheela) என்ற பல்கலைக்கழகமும் மிகச் சிறப்பு வாய்ந்தவை.

மத்திய தரைக்கடல் பகுதியில் அலெக் சாண்டரால் BCE 332-ஆம் ஆண்டு நிறுவப்பட்ட அலெக்சாண்டிரியா நகரில் அமைந்திருந்த பல்கலைக்கழகம் வரலாற்றுச் சிறப்புமிக்கது. கணிதவியல் தவிர, மருத்துவமும், வானியலும் மற்றும் இலக்கியமும் இங்கு சிறப்பாகக் கற்பிக்கப்பட்டன. யூக்லிட் என்ற மிகச் சிறந்த வடிவக்கணிதவியல் நிபுணரும், ஹீரோஃபைலஸ் (Herophilus) என்ற சிறப்புமிக்க மருத்துவ அறிஞரும் இந்தப் பல்கலைக் கழகத்தில் பணிபுரிந்தவர்களில் மிக முக்கிய மானவர்கள். BCE 300ல் இங்கு மிகச் சிறந்த அருங்காட்சியகம் நிறுவப்பட்டது. மேலும், அந்த காலக்கட்டத்தில் உலகத்திலேயே மிகச் சிறந்த நூலகமும் இங்கு நிறுவப்பட்டது. இதில் 4,00,000 தொகுதி நூல்கள் மற்றும் கோரைத்தாள் சுருள்கள் இருந்ததாக நம்பப்படுகிறது. இந்த நூலகத்தின் ஒரு பகுதி நெருப்பினால் BCE 48-ல், முதலில் அழிந்தது, மீதமுள்ள பெரும்பகுதி CE 390ஆம் ஆண்டிலும், முற்றிலுமாக CE 640ஆம் ஆண்டிலும் அழிந்துவிட்டன.

ஐரோப்பாவில், பல்கலைக்கழகங்கள் சர்ச்சுகள் மற்றும் கிறித்துவ மடங்களில் நடத்தப் பட்ட பள்ளிகளை அடிப்படையாகக் கொண்டு வளர்ந்தன. இந்தப் பள்ளிகள் மக்களிடம் கற்றலுக்காக ஏற்பட்ட அதிக தேவையை ஈடுசெய்ய முடியாத காரணத்தால், பல்கலைக் கழக அமைப்புகளாக மாறவேண்டிய கட்டாயம் ஏற்பட்டது. இதன் காரணமாக ஐரோப்பாவில் முதலில் தோன்றிய பெரும்பாலான பல்கலைக் கழகங்கள் கிறித்துவ மதச் சார்புடையதாக அமைந்துவிட்டன. ஆக்ஸ்போர்டு பலகலைக் கழகம் 1167ஆம் ஆண்டு இங்கிலாந்தில் தோற்றுவிக்கப்பட்டது. 1222ஆம் ஆண்டு பதுவா பல்கலைக்கழகமும் இதைத் தொடர்ந்து போலோனா பல்கலைக்கழகமும் இத்தாலியில் தொடங்கப்பட்டன. மேலும் சில பல்கலைக் கழகங்கள் ஐரோப்பா, USA மற்றும் USSR ஆகிய நாடுகளில் விரைவில் ஏற்படுத்தப்பட்டன. தற்பொழுது உலகம் முழுவதும் உள்ள பல்லாயிரக்கணக்கான பல்கலைக்கழகங்கள் அறிவியல் ஆய்விலும், கற்பித்தலிலும் பெரும்பங்கு ஆற்றுகின்றன.

6) பரிசுகள், அணிசெய்தல் மற்றும் அறிவியல் அறிஞர்களை அங்கீகாரம் செய்தல்

தற்காலம் வரை அறிவியலுக்கும் அறிவியல் அறிஞர்களுக்கும் தேவைப்பட்ட அளவிற்கு மன்னர்களோ, அரசாங்கமோ ஆதரவும், ஊக்கமும் தரவில்லை. ஆங்காங்கே ஒரு சில அறிவியல் அறிஞர்கள் அங்கிகரிக்கப் பட்டு ஆதரவு பெற்றிருக்கிறார்கள். எடுத்துக் காட்டாக, டைகோ பிராஹு, ஃபிரடெரிக் என்ற டென்மார்க் அரசனால் ஆதரிக்கப்பட்டார் என்றும், வானியல் நிபுணர்கள், கணிதவியல் அறிஞர்கள் மற்றும் மருத்துவர்கள் இந்தியாவில் முகலாய அரசர்களாலும், ஜெய்ப்பூர் அரசரான ஜெங்சிங் சவாயாலும் போற்றப்பட்டனர் என்றும் நாம் ஏற்கனவே குறிப்பிட்டது இங்கு நினைவு கூரத்தக்கது. ஆனால், பெரும்பாலான அறிவியல் அறிஞர்கள் மதவாதத்தால் பெரிதும் பாதிப்பு அடைந்ததுபற்றி ஏற்கனவே குறிப் பிடப்பட்டதும் இங்கு நினைவு கூரத்தக்கது.

அறிவியல் அறிஞர்களை அங்கீகாரம் செய்யும் முதல் முயற்சியை அறிவியல்

சங்கங்கள் தான் மேற்கொண்டன. இது CE 16ஆம் நூற்றாண்டுக்குப் பின்புதான் ஏற்பட்டது. அறிஞர்களின் படைப்பைப் பாராட்டியும், அங்கீகரித்தும், இந்த சங்கங்கள் அவர்களை தம்முடைய சிறப்பு உறுப்பினர்களாக (fellows) ஆக்கின. Royal Society, London, French Academy, Paris மற்றும் Philosophical Society, Philadelphia போன்றவற்றில் சிறப்பு உறுப்பினர்களாக ஆவது மிகச் சிறந்த அங்கீகாரமாகக் கருதப் பட்டது. நாம் ஏற்கனவே குறிப்பிட்டபடி, ஜீன்-பாரல் மராட் (Jean-Paral Marat) வை French Academy யின் சிறப்பு உறுப்பினராக பரிந்துரை செய்யாத காரணத்தால் இலவாய்சியர் கொல்லப்பட்டார். தனிப்பட்ட பொறாமை யால் ஹம்ஃபிரி டேவி தன்னுடைய உதவியாள ரான மைக்கேல் ஃபாரடேவை Royal Society யின் சிறப்பு உறுப்பினராக்க எதிர்ப்பு தெரிவித்தார் என்ற செய்திகள் இச்சங்கங்களின் சிறப்பு உறுப்பினராவது எத்தகைய பெருமையுடையது என்பதை பறைசாற்றும். இந்தியாவின் அறிவியல் அறிஞர்கள் 39 பேர்கள் இதுவரை Royal Society, London ன் சிறப்பு உறுப்பினர் களாகக் (Fellow of the Royal Society, FRS) ஆக்கப்பட்டுள்ளனர். இவர்களில் 21 பேர்கள் இன்றும் உயிர்வாழ்கிறார்கள். பொறியியல், கணிதம், புள்ளியியல், இயல்பியல், உயிர் இயல்பியல், வேதியியல், தாவரவியல், வேளாண் இயல், பயிர் மேம்பாடு, புவியியல், வாழ்வியல், மூலக்கூறு உயிரியல், மருத்துவம், ஊட்டவியல் மற்றும் வானியல் நிபுணர்கள் இவர்களில் அடங்குவர். இந்தியாவில் தற்போது மூன்று அறிவியல் சங்கங்களில் சிறப்பு உறுப்பினர்களாவது மிகவும் பெருமைக்குரிய தாகக் கருதப்படுகிறது. அவையாவன : Indian National Science Academy (FNA), Indian Academy of Sciences (FASc) மற்றும் National Academy of Sciences (FNASc).

சிறப்பான அறிவியல் கண்டுபிடிப்பு களுக்கும், படைப்புகளுக்கும் பரிசுகள் கொடுப்பது அறிவியல் அறிஞர்களை அங்கீ காரம் செய்வதில் இன்னொரு முறையாகும். உலகளவில் மிகச் சிறப்பு வாய்ந்த அறிவியலுக் கான பரிசு நோபல் பரிசு (Nobel Prize) ஆகும். ஆல்ஃபிரெட் நோபல் என்பவர் 1895ஆம் ஆண்டு நவம்பர் 27ஆம் தேதி தன்னுடைய உயிலின் ஒரு பகுதியாக நிறுவிய இந்தப் பரிசு மிகவும் சிறப்பு மிக்கது. 1901ஆம் ஆண்டு முதல் இந்தப் பரிசு இயல்பியல், வேதியியல் மற்றும் செயலியல் அல்லது மருத்துவம் (Physiology or medicine) ஆகிய மூன்று துறைகளில் தனித்தனி யாக வழங்கப்படுகிறது. இந்த மூன்று அறிவியல் துறைகளைத் தவிர இலக்கியம் மற்றும் சமாதானம் ஆகிய இரண்டு துறை களுக்கு 1901ஆம் ஆண்டு முதலும், பொருளியல் (Economics) துறைக்கு 1968ஆம் ஆண்டு முதலும் பரிசுகள் வழங்கப்படுகின்றன. நோபல் பரிசு ஒவ்வொன்றும் பரிசுத் தொகை, பதக்கம் மற்றும் ஒரு பரிசுச் சான்றிதழ் ஆகியவற்றைக் கொண்டது. 1901ஆம் ஆண்டில் பரிசுத் தொகை 150,782 ஸ்வீடன் குரோனார்கள் (Swedish Kronors) (=829600.47 இந்திய ரூபாய்கள்) ஆகும். தற்பொழுது பரிசுத் தொகை 10,000,000 ஸ்வீடன் குரோனார்கள் (= 55017505.23 இந்திய ரூபாய்கள்) ஆகும். இந்தியாவில் பிறந்த சர் சி.வி.இராமன் (1930ஆம் ஆண்டு), (இயல்பியல்), S.சந்திரசேகர் (1938) (இயல்பியல்) மற்றும் ஹர் கோவிந் கொரானா (1968) (செயலியல் அல்லது மருத்துவம்) ஆகிய மூன்று அறிவியல் அறிஞர்கள் மட்டுமே நோபல் பரிசு பெற்றுள்ள னர் (இலக்கியத்திற்காக இரவீந்தரநாத் தாகூர் நோபல் பரிசு பெற்றார்). இவர்களில் சி.வி.இராமனைத் தவிர மற்ற இருவரும் அமெரிக்கப் பிரஜைகள் ஆவர். நோபல் பரிசு தவிர பல்வேறு இதர பரிசுகள் அறிவியல் படைப்புகளுக்காக உலக அளவிலும், நாட்டு அளவிலும், மாநில அளவிலும் வழங்கப்பட்டு வருகின்றன. இந்தியாவின் மிகச்சிறந்த அறிவியல் விருது பட்நாகர் விருதாகும் (Bhatnagar Award). இது Council of Scientific and Industrial Research (CSIR) என்ற இந்திய அரசின் அறிவியல் நிறுவனத்தால் நிறுவப்பட்டது. இந்தியாவின் இன்னொரு சிறப்பான அறிவியல் விருது B.M.பிர்லா விருதாகும்.

7) ஊடகங்கள் வழியாக அறிவியல் பரப்புதல்

ஊடகங்கள் (media) அறிவியல் கல்வி, விழிப்புணர்வு மற்றும் பரப்புதல் போன்ற வற்றில் பெரும்பங்கு வகிக்கின்றன. தினசரிப் பத்திரிகைகள், வானொலி, தொலைக்காட்சி போன்றவை, அறிவியல் வளர்வதற்குப் பெரும்பங்கு ஆற்றியுள்ளன. இன்றும் ஆற்றி வருகின்றன. தொலைக்காட்சி மூலம் அறிவியல் பரப்புதல் மிகுந்த பயனளித்துள்ளது. Discovery Channel, History Channel, Animal Planet, National Geographic Channel போன்றவை இவற்றில் மிக முக்கியமானவை.

XI

அறிவியலின் எதிர்காலம்

1) அறிவியல் எதிர்காலத்திற்கு ஏன் தேவைப்படுகிறது?

ஒரு சிறந்த உலக சமுதாயத்தை உருவாக்க அறிவியல் கலாச்சாரமும், மதிப்புகளும் மிகவும் தேவை. அறிவியலே உலகளாவிய பரிமாணங்களைக் கொண்ட ஒரு கலாச்சாரமாகும். தானே ஒரு கலாச்சார அலையை உருவாக்கி, மிகவும் வலிமையானதாகவும், ஆக்கபூர்வமான தாகவும் மாறி, தான் வளர்ச்சியுறும் சமுதாயச் சூழலையே அறிவியல் மிக அதிகமாக பாதிக்கிறது. தற்போதைய, மற்றும் எதிர்கால நிலைமை களைப் பகுத்தாய்வதற்கான கற்பனைத் திறனையும், தொலைநோக்குப் பார்வையையும், அறிவியல் தன்னோடு எடுத்து வருகிறது. இதன் காரணமாக, தகுந்த மற்றும் தேர்ந்தெடுத்த செயல்களில் மிகுந்த அறிவுடன் முதலீடு செய்ய அறிவியல் உதவுகிறது. அறிவியல் கலாச்சாரமும், அது உண்டாக்கும் சிறந்த மற்றும் உண்மையான மதிப்பு களும் மனித நலனுக்காக அது உருவாக்கும் ஆக்கப்பொருட்கூறுகளை (பணம், வசதிகள் போன்றவை) விட மிகமிக முக்கியமானவை. எனவே, கடந்த நாட்களைப் போன்று எதிர்காலத்திற்கும் அறிவியல் மிகவும் தேவைப்படுகிறது.

2) அறிவியலும், அதன் பயன்களும் எதிர்காலத்தில் எல்லோரையும் அடைய வேண்டும்

அறிவியல் மற்றும் தொழில்நுட்ப முன்னேற்றங்களால் உலகம் மிக வேகமாக மாறி வருகிறது. மிகுந்த வேகத்துடன் அறிவியல் அறிவும், அதன் தொழில்நுட்பப் பயன்பாடுகளும், பாதிப்புகளும் முடுக்கப் பட்டுள்ளன. இந்த முடுக்கத்திற்கு முக்கிய காரணிகளாகத் திகழ்பவை மீத்திறன் வாய்ந்த கணினிகளும், மின்னலைப் போன்ற வேகமுடைய தகவல் பரிமாற்றங்களும்தான். எனினும், கசப்பான உண்மை என்ன வென்றால், பெரும்பாலான அறிவியல் கண்டுபிடிப்புகளும், தொழில் நுட்பங்களின் பயன்களும் எவருக்கு மிக அதிகமாகத் தேவைப் படுகிறதோ அவர்களை அடையவில்லை என்பதுதான். இந்த உலகத்தில் அறிவியல் / தொழில்நுட்பப் பலன்கள் சரியாகப் பகிர்ந்தளிக்கப்

படவில்லை. இந்த நிலைமையை உடனே மாற்றாவிட்டால், அறிவியல் - வளமான(Science - rich) நாடுகளுக்கும், அறிவியல் - வளமற்ற (Science-poor) நாடுகளுக்கும் இடையே உள்ள ஏற்கனவே வளர்ந்துவரும் இடைவெளி, மேலும் விரிவடையும். இதன் காரணமாக, ஏற்கனவே அறிவியல் / தொழில்நுட்பத்தில் பின்தங்கிய, வளரும் நாடுகள், தொழில் வளர்ச்சி பெற்ற வளர்ந்த நாடுகளிலிருந்து மென்மேலும் பின்தங்கிய நிலைமைக்குத் தள்ளப்படும் அபாயம் ஏற்படும். வளர்ந்த நாடுகள் பணம் மற்றும் மிகச்சிறந்த அறிவியல் / தொழில்நுட்ப வல்லுநர்களைப் பெற்றிருப்ப தால் இவற்றைப் பயன்படுத்தி புதிய அறிவியல் முன்னேற்றங்களையும், புதிய தொழில்நுட்பங் களையும் அதிக அளவில் பெற முடியும். இந்த நாடுகள் வளரும் நாடுகளில் அதிக அளவில் உள்ள மனிதவள ஆற்றலைத் தங்களுடைய தேவைகளுக்காக விலைக்கு வாங்கமுடியும் (இப்பொழுதும் வாங்கிக் கொண்டு இருக்கிறார் கள்).

3) ஏன் வட்டார அறிவியல் தேவை?

வட்டார (local) அறிவியல் மற்றும் தொழில்நுட்பத் திறன் மிகமிக அவசியம். இதன் மூலம்தான் உலகின் மதிப்புமிக்க அறிவுப் பெட்டகத்தைப் பயன்படுத்த முடியும். அந்த அறிவுப் பெட்டகத்திற்கு அதிக அறிவைப் பங்களிக்கவும் முடியும். அறிவியல் கண்டு பிடிப்புகளையும், தொழில்நுட்ப முன்னேற்றங் களையும் மிகவும் வளர்ந்த நாடுகளே செய்து கொள்ளட்டும் என்று நினைப்பதும், அந்த நாடுகளில் இருந்து அறிவியல், தொழில்நுட்பப் பலன்களைப் பெற்றுக் கொள்ளலாம் என்று நினைப்பதும் பயன்தரா கொள்கைகளாகும். வெளிநாடுகளில் இருந்து இறக்குமதி செய்யும் பொருட்களாக அறிவியலும், தொழில்நுட்ப மும் அமையக் கூடாது. உள்நாட்டு மற்றும் வட்டார அறிவியல், தொழில்நுட்ப வளர்ச்சி யில் வளரும் நாடுகளின் பல்கலைக்கழகங்கள் மிகப் பெரிய பொறுப்பினைப் பெற்றுள்ளன. அறிவியல் மற்றும் தொழில்நுட்ப வல்லுநர் களை பல்கலைக்கழகங்கள் அதிக அளவில் உருவாக்க வேண்டும். சமுதாயத்தை நவீனமய மாக்கும் கருவிகளாகவும், விசைகளாகவும் பல்கலைக்கழகங்கள் திகழவேண்டும். வளரும் நாடுகளின் அரசியல் மற்றும் தொழில்துறைப் பரிமாணங்களில் ''அறிவியலின் மதிப்பு'' உயர்த்தப்பட வேண்டும். தற்போதுள்ள பற்றாக் குறைகளையும் மீறி, பல்கலைக்கழகங்கள் புதிய தலைமுறை அறிவியல் திறமைசாலிகளை உருவாக்குவதற்கான பொறுப்பைப் போர்க்கால அடிப்படையில் ஏற்றுக்கொள்ள வேண்டும்.

4) அறிவியலிலும், தொழில்நுட்பத்திலும் அதிக முதலீடு செய்ய வேண்டும்

ஒரு நாட்டின் பொருளாதார வளர்ச்சியை மேம்படுத்த அறிவியலிலும், தொழில்நுட்பத் திலும் அதிக அளவு முதலீடு செய்வது மிக முக்கியம். ஆய்வு மற்றும் வளர்ச்சியில் (Research and Development, R&D) அதிக அளவில் முதலீடு செய்தால் அது ஒரு நாட்டின் மொத்த உள்நாட்டு பொருட்களின் (Gross Domestic product, GDP) வளர்ச்சியை அதிகரிக்கும் என்பது தெளிவாக நிரூபிக்கப்பட்டுள்ளது. அறிவியல் முன்னேற்ற மடைந்த நாடுகளான ஆஸ்திரேலியா, கனடா, ஜப்பான், USA, தென் கொரியா மற்றும் பல ஐரோப்பிய நாடுகளில் 1.5 முதல் 3.8 விழுக்காடு GDP அறிவியலிலும், தொழில் நுட்பத்திலும் முதலீடு செய்யப்பட்டிருப்பது இங்கு குறிப்பிடத்தக்கது. எனவே, வளரும் நாடுகளும் அறிவியல் / தொழில்நுட்பத்திற்கு அதிகமாகச் செலவிட வேண்டும் என்றும், இது GDPயில் குறைந்தபட்சம் 1 முதல் 1.5 விழுக்காடாவது இருக்க வேண்டும் என்பதும் மிகவும் தெளிவா கிறது. வேளாண் அறிவியல், பொறியியல், சுகாதாரம், அடிப்படை அறிவியல் மற்றும் சமுதாய அறிவியல்களில் ஆற்றல் கட்டுமானம் (capacity building) செய்வது மிகமிக அவசியம். நன்றாக பயிற்சி பெற்ற மற்றும் நுண்ணறிவுத் திறன் மிக்க பொருளியல் வல்லுநர்கள், சமூகவியல் அறிஞர்கள், அரசியல் அறிஞர்கள்,

பொதுநிர்வாகிகள் போன்றவர்களும் அதிக அளவில் தேவைப்படுகிறார்கள். ஏனெனில், இவர்களின் மூலம்தான் அறிவியல் / தொழில்நுட்பம் தொடர்பான கொள்கை முடிவுகளும், பகுப்பாய்வுகளும் செய்ய முடியும்; அறிவியல் நிறுவனங்களை நிர்மாணிக்க முடியும்; அறிவியல் / தொழில்நுட்ப வல்லுநர்களுக்கும், சாதாரண மக்களுக்கும் இடையே ஒரு நெருக்கமான உறவை ஏற்படுத்த முடியும். எனவே, உலகின் மிக வேகமாக வளர்ந்து வரும் அறிவு-சார் பொருளாதாரத்தில் வளரும் நாடுகளும் மிகுந்த செயல்பாங்குடன் பங்கேற்க வேண்டும் என்றால், வளரும் நாடுகளில் அறிவியல் மற்றும் தொழில்நுட்ப கட்டுமானப் பணிகளை வளர்த்தல் என்பது, ஒரு உயர்விலை (luxury) செயல் அல்ல என்றும், அது மிகவும் தேவையான (absolute necessity) செயல் என்றும் அந்நாடுகளின் ஆட்சிப் பொறுப்பில் உள்ளவர்களும், மக்களும் உணரவேண்டும்.

5) எதிர்கால அதிர்ச்சிகள்

மேலே கொடுக்கப்பட்ட அனைத்து விவரங்களும் எழுப்பும் மிக முக்கியமான வினாஃ அறிவியல் மற்றும் தொழில்நுட்பங்கள் இதுவரை இழைத்துள்ள தீயவிளைவுகளையும் மறந்து, இனியும் அதிக அளவில் அறிவியல் / தொழில்நுட்ப முயற்சிகளை நாம் தொடர்ந்து மேற்கொள்ள வேண்டுமா என்பதுதான். ஆல்வின் டோஃப்லர் (Alvin Toffler), தன்னுடைய Future Shock என்ற நூலில், கடந்த ஒரு சில ஆண்டுகளில் அறிவியல் மற்றும் தொழில்நுட்பங்களில் இருந்து பெறப்பட்ட வளர்ச்சிகள் உலகம் முழுவதும் மனித சமுதாயங்கள் மீது எந்த அளவிற்கு கடுமையான விளைவுகளை ஏற்படுத்தியுள்ளன என்று விவரித்துள்ளார். அதிவேகமான அறிவு வளர்ச்சிக்கு எப்படி ஒருவன் தன்னை மாற்றியமைத்துக் கொள்ள முடியும்? மனித வாழ்க்கையை மேம்படுத்திக் கொள்வதற்காக பல்வேறு வழிகளில் ஆற்றல் பயன்படுத்தப்படுவதற்கு ஏற்ப மனிதன் எவ்வாறு தன்னை மாற்றிக் கொள்ளவேண்டும்? தன்னுடைய இனத்தின் அழிவைப் பல்வேறு வழிகளில் தானே அழித்துக் கொள்வதை மனிதன் எவ்வாறு தடுக்க முடியும்? நம்முடைய வாழ்சூழலில் (habitat) இவையனைத்தும் ஏற்படுத்தும் சீர்கேடான மாற்றங்களைத் தவிர்ப்பது எப்படி? போன்ற மேற்கூறிய வினாக்கள் அனைத்திற்கும் தகுந்த விடைகளை மனிதனால் கொடுக்க முடியும். அறிவியல் பூர்வமான செயல்களினால் இந்தப் பிரச்சனையைத் தீர்த்திருக்க முடியும். ஆனால், அதற்காகத் தேவைப்படும் கால அவகாசம் அவனுக்குத் தகுந்த அளவில் இல்லை. மேற்கூறிய பிரச்சனைகள் அனைத்திற்கும் போர்க்கால அடிப்படையில் தீர்வுகள் உடனடியாகப் பெறப்பட்டிருக்க வேண்டும். ஆனால், அதற்கான வேகத்தில் மனிதனால் செயல்பட முடியாத நிலைமை உருவாகியுள்ளது. அறிவியலும், தொழில்நுட்பமும் மிகவும் சிக்கலாகவும், குழப்பமாகவும் மாறிவிட்டன. தொழில்நுட்பம் நம்முடைய ஆக்கல் மற்றும் அழித்தல் குணங்களைத் தூண்டிவிட்டுள்ளது. இரே குர்வில் (Ray Kurweil), (2004) தன்னுடைய Future of Science என்ற நூலில் கூறியிருப்பது போல், மீ வேகத்தில் முடுக்கப்பட்ட அறிவியல் நிகழ்வுகளைப் பல அறிஞர்கள் வருங்காலத்தில் எதிர்பார்க்கிறார்கள். இதற்கு ஒரு எடுத்துக்காட்டாக, மனித ஜீனோம் (Human Genome) திட்டத்தைக் கூறலாம். மீ வேகமாக செயல்படுத்தப்பட்ட அறிவியல் நிகழ்வுகளில் இதுவும் ஒன்று. இரே குர்விலின் கருத்துப்படி 20ஆம் நூற்றாண்டில் மட்டும் மேற்கொள்ளப்பட்ட அறிவியல் ஆய்வுகளும், அவற்றின் முடிவுகளும், கண்டுபிடிப்புகளும் கடந்த 20,000 ஆண்டுகளில் கிடைத்த அறிவியல் முன்னேற்றங்கள் மற்றும் கண்டுபிடிப்புகளுக்குச் சமமாக அமைந்துள்ளன. இந்த அளவு வேகத்தில் அறிவியலும், தொழில்நுட்பமும் வளரும்போது, அந்த வேகத்திற்குச் சாதாரண மனிதனால் ஈடுகட்ட முடியுமா என்பதுதான் எதிர்கால அதிர்ச்சிக்கான முக்கிய காரணியாகும்.

அறிவியலிலும், தொழில்நுட்பத்திலும் ஏற்பட்டுள்ள மிக வேகமான முன்னேற்றங்கள்,

மூன்று முக்கியமான மாற்றங்களை மக்களி டையே உருவாக்கியுள்ளன. ஒரு சிலர் அறிவிய லிலும், தொழில்நுட்பத்திலும் வெறுப்படைந் துள்ளனர். அறிவியல் முன்னேற்றங்களிலும், அவற்றின் வேகத்திலும் இவர்கள் சலிப்பு அடைந்துள்ளனர். இந்த வெறுப்புக்கான பல காரணங்களை B.மெக்கிப்பென் (B.McKibben), 2003ஆம் ஆண்டு தன்னுடைய "Enough : Staying in an Engineered World" என்று Times (New york) பத்திரிகையில் வெளியான கட்டுரை மூலம் விளக்கியுள்ளார். வேறு சிலர், மனித சமுதாயத் திற்குச் சேவை செய்வதனால் அறிவியல் / தொழில்நுட்ப முன்னேற்றங்களை வரவேற் றுள்ளனர். அறிவியலும், தொழில்நுட்பமும் மேலும் வளர வேண்டும் என்பது இவர்களின் விருப்பம். இக்கருத்திற்கான ஆதாரங்களைத் திரட்டியுள்ள L.சில்வர் (L.Silver), அவற்றை 1997ஆம் ஆண்டு Remaking Eden: Cloning Beyond in a New World என்ற தலைப்பில் நியூயார்க் நகரத்தின் Avon பதிப்பகத்தால் வெளியிடப் பட்டுள்ள ஒரு நூலில் விளக்கியுள்ளார். மற்றும் சிலர் ஒரு சமநிலைக் கருத்தைக் கொண் டுள்ளனர். இவர்கள் அறிவியல் / தொழில் நுட்பத்தின் நன்மைகளையும், தீமைகளையும் ஒருசேர ஆராய்ந்து தீமைகளை முடிந்த அளவு களைய வேண்டும் என்ற எண்ணத்தைக் கொண்டுள்ளனர். இவர்களின் கருத்துக்களைப் பிரதிபலிக்கும் வகையில் ஆலன் இலைட்மான் (Alan Lightman), டேனியல் சாரேவிட்ஸ் (Daniel Sarewitz) மற்றும் கிறிஸ்டினா டெஸ்ஸர் (Christina Desser) ஆகிய மூவரும் சேர்ந்து 2003ஆம் ஆண்டு வெளியிட்ட Living with the Genie (Island Press, Washington) என்ற நூலில் செய்திகள் அமைந் துள்ளன.

மேலும் படிப்பதற்காக பரிந்துரைக்கப்படும் நூல்கள்

Asimov, I. 1989. **Asimov's Chronology of Science and Discovery.** Harper and Row, UK.

Bose, D.M. Sen, S.N. and Subbarayappa, B.V.(Eds.)1971. **A Concise History of Science in India**. Indian National Science Academy, New Delhi.

Bronowski, J. 1973. **The Ascent of Man**. BBC and Little Brown & Co., USA.

Brown, R.H. 1986. **The Wisdom of Science**. Cambridge Univ. Press, Cambridge.

Dampier, W.C. 1982. **A History of Science** (Indian edition) S. Chand & Co Ltd., New Delhi.

Lindberg, D.C. 1992. **The Beginning of Western Science: The European Scientific Tradition in Philosophical, Religious and Institutional Context, 600 B.C. to A.D.1450**. Univ. of Chicago Press, Chicago.

Marcorini, E. (Ed.) 1988. **The History of Science and Technology: A Narrative Chronology**. 2 Vol. Facts on File, New York.

Mason, S. F. 1962. **A History of the Science. Revised edition**. Collier Books, New York.

Narlikar, J.V. 2003. **The Scientific Edge**. Penguin Books, New Delhi

Needham, J. 1959. **Science and Civilization**. 3 volumes. Cambridge Univ. Press, Cambridge.

Sarton, G. 1952. **Horus: A Guide to the History of Science**. Chronica Botanica, Waltham Mass.

Sarton, G. 1952, 1959. **Introduction to the History of science**. Vol. I & II. Harvard Univ. Press, Cambrige.

Singer, C., Holmyard, E.J., Hall, A.R. and William, T.I. 1954-1958. **A History of Technology**. 5 Vols., Clarendon Press, Oxford.

Spangenburg, R. and Moser, D.K. 1999. **The History of Science**. 5 Vols. Universities Press (India), Ltd. Hyderabad, India.

Sylla, E. and McVaugh, M. 1997. **Texts and Contexts in Ancient and Medieval Science**. Brill, Leiden.

Wolf, A.1935. **A History of Science, Technology and Philosophy**. George Allen & Unwin Ltd., London.

இணைப்பு – I

அறிவியலின் வரலாற்றின் கால அட்டவணை : 2000 BCE முதல் CE 1997 வரை

BCE

2000* சூரியன், சந்திரன் மற்றும் கோள்கள் மீது மேற்கொள்ளப்பட்ட ஆய்வுகளின் அடிப்படையில் பாபிலோனியர்கள் காலங்காட்டி நிறுவியது.

1300* நெடுங்கணக்குகளை ஃபீனிஷியர்கள் உருவாக்கியது.

1216 வானிலை பற்றிய முதல் ஆவணங்கள் சீனாவில் ஏற்படுத்தியது.

736 சூரிய கிரகணத்தை பாபிலோனியர்கள் முதல் பதிவு செய்தது.

624*-546* நீர் தான் எல்லா பொருட்களுக்கும் ஆதாரப் பொருள் என்று மில்லிடஸ் நகரத்தைச் சேர்ந்த தேலீஸ் கருதினார்.

610*-545* பிரபஞ்சத்தைப் பற்றிய வரலாற்றை அனாக்ஸிமேண்டர் எழுத முயன்றது; அறிவியல் கொள்கைகளின் அடிப்படையில் புவியைப் பற்றிய ஒரு உருப்படிவம் கொடுத்தது.

570*-500* காற்றுதான் எல்லாப் பொருட்களுக்கும் ஆதாரப்பொருள் என்று அனாக்சிமினீஸ் கருதினார்.

560*-480* பித்தக்கோரஸூம், அவருடைய மாணவர்களும் எண்கணிதவியலையும், உருவ கணிதவியலையும் நிறுவினர். இதே காலகட்டத்தில் சீனர்களும் இந்தியர்களும் எண் கணிதவியலிலும் உருவகணிதவியலிலும் குறிப்பிடத்தக்க முன்னேற்றங்களைக் கண்டனர்.

530* ஆல்க்மீயான் இறந்த மனித உடலில் அறிவியல் நோக்கங்களுக்காக அறுவை செய்தது.

500* பருப்பொருட்களின் ஆதாரமான அணுக் கொள்கையை இந்திய தத்துவஞானிகள் எடுத்துக் கூறியது.

490* இலியூசிப்பஸ் அணுவைப் பற்றிய மேற்கத்திய உலகிற்கு முதன்முதலில் எடுத்துக் கூறியது.

384*-322 அரிஸ்டாட்டில் முதன்முறையாக பிரபஞ்சம் பற்றிய ஒருமித்த கொள்கையை உருவாக்கியது.

325*-270* யூக்லிட் "Elements" என்ற நூலின் வாயிலாக வடிவகணிதவியலை விரிவுபடுத்தினார்.

310*-230 அரிஸ்டார்கஸ் என்ற கிரேக்க வானியல் நிபுணர் வாழ்ந்த காலம்.

300 அலக்சாண்டிரியா நகரில் நூலகமும், அருங்காட்சியகமும் நிறுவப்படுதல்.

287*-212* ஆர்கிமீடீஸ் காலம்; BCE 250ஆம் ஆண்டு நெம்புகோல்கள், கப்பிகள் போன்றவற்றின் தத்துவங்களை விளக்கினார்.

---

* (நட்சத்திர குறியீடு ஏறத்தாழ வருடங்களைக் குறிக்கிறது)

262*-190* பெர்கா (Perga) நகரின் (கிரேக்க) அப்போலோனியஸ் வாழ்ந்த காலம்; இவர் ஒரு சிறந்த கணிதவியல் அறிஞர்.

190*-120* நிசியா (Nicea) என்ற துருக்கி நகரத்தைச் சேர்ந்த ஹிப்பார்கஸ் வாழ்ந்த காலம்; இவர் ஒரு வானியல் நிபுணர்; 'நிலையான' நட்சத்திரங்கள் பலவற்றை வானில் இடங் குறித்தவர்.

48 அலெக்சாண்டிரியா நகர நூலகம் எரிந்தது.

20 டியாஸ்கோருடீஸ் மருந்துப் பொருட்கள் பற்றிய முதல் நூலை வெளியிட்டார்.

CE

23-79 மூத்த பிளைனி வாழ்ந்த காலம்; Naturalis historia என்ற நூலின் ஆசிரியர்.

100*-170* டாலுமீ வாழ்ந்த காலம்; சிறந்த கிரேக்க வானியல் அறிஞர், புவி மைய பிரபஞ்சக் கொள்கையை நிறுவியவர்.

130*-200* கேலனின் காலம். மிகச் சிறந்த கிரேக்க மருத்துவர்; மனித உடல் உள்அமைப்பு பற்றி மிகச் சிறந்த நூல்களை எழுதியவர்; நாடியை நோய் அறிகுறியாக முதன்முதலில் வழக்கத்திற்குக் கொண்டு வந்தவர்.

250 குறிக்கணக்கியலை டயோஃபேண்டஸ் நிறுவினார்.

1000* சீனாவில் வெடிமருந்து கண்டு பிடிக்கப்பட்டது.

1100* ஜூஜி (Zhu xi) என்ற சீன புவியியல் வல்லுநர் மலைகள் அனைத்தும் கடல் படுகையின் எழுச்சியே என்று கூறினார்.

1150* சீனர்கள் முதல் ராக்கெட்டை உருவாக்கினர்.

1167 ஆக்ஸ்ஃபோர்டு பல்கலைக்கழகம் தோற்றுவிக்கப்பட்டது.

1222 இத்தாலியின் பதுவா பல்கலைக் கழகம் தோற்றுவிக்கப்பட்டது.

1271-1295 மார்க்கோ போலோ (Marco Polo) என்ற வெனிஸ் நகர மாலுமி தூரக் கிழக்கு நாடுகளுக்கு மேற்கொண்ட பயணம்.

1285*-1349* ஓக்ஹாம் நகரைச் சேர்ந்த வில்லியம் என்ற ஆங்கில அறிஞர் வாழ்ந்த காலம். ஒரு செயலை விளக்குவதற்கு பல விளக்கங்கள் கொடுக்கப்படும் போது எளிய விளக்கத்தைத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும் என்று கூறியவர். இந்தக் கருத்துரு ஒக்ஹாமின் கத்தி எனப் படும்.

1400 ஒரு சூரிய வருடத்தின் மொத்த காலம் 365.25 நாட்கள் என்று சீனர்கள் கணக்கிட்டது.

1440 யோகான்னஸ் கூட்டன்பெர்க் (Johannes Guttenberg) அச்சு எந்திரத்தைக் கண்டுபிடித்தார்.

1449-1492 மறுமலர்ச்சி காலத்தின் உச்சம்

1470 கடிகாரத்தின் மைய சுருள் கண்டு பிடிக்கப்பட்டது.

1473-1543 நிக்கோலஸ் கோபுர்னுகஸ் என்ற போலந்து நாட்டு வானியல் நிபுணர் வாழ்ந்த காலம்.

1492 கொலம்பஸ் அமெரிக்க கண்டத்தில் காலெடுத்து வைத்தது.

1497 வாஸ்கோடகாமா என்ற போர்ச்சுகீசிய மாலுமி ஆப்பிரிக்காவின் தென்முனையைச் சுற்றி சென்றது.

1504 கையில் எடுத்துச் செல்லும் கடிகாரம் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

1510-1590 அம்பிராய் பாரே என்ற பிரான்ஸ் நாட்டு நாவிதர் - அறுவைச் சிகிச்சை நிபுணரின் காலம்; பல புதிய அறுவை

சிகிச்சை முறைகளைக் கண்டு பிடித்தவர்.

1514-1564 வெசேலீயஸ் என்ற மிகச் சிறந்த மனித உடல் உள்ளமைப்பு அறிஞர் வாழ்ந்த காலம்

1517 மார்டின் லூதர் சீர்திருத்தத்தைத் தொடங்கியது.

1523 மெகல்லன் என்ற மாலுமி உலகம் முழுவதும் சுற்றியது.

1530 ஆறு வால்நட்சத்திரங்கள் வானத்தில் தோன்றின.

1540 வால்நட்சத்திரங்களைப் பற்றிய முதல் நூலையும், படத்தையும் பீட்டர் பென்னேவிட்ஸ் (Peter Bennewitz) என்ற ஜெர்மன் நாட்டு அறிஞர் வெளியிட்டது.

ரெடிகஸ் (Rheticus) முக்கோணவியல் அட்டவணைகளை மேம்படுத்திய தால் வானியல் மேலும் வளர்ச்சி அடைந்தது.

1543 கோபுர்னுகஸ் எழுதிய De revolutionibus என்ற நூல் வெளி வந்தது; இதில் சூரியன் - மைய பிரபஞ்சக் கொள்கை நிறுவப் பட்டது.

வெசேலீயஸ் எழுதிய De Humanis Corporis Fabrica என்ற நூல் வெளி யிடப்பட்டது.

1560 இத்தாலிய இயல்பியல் நிபுணரான ஜியாம்படுஸ்டா டெல்லா போர்ட்டா Accademia Secretorum Naturae என்ற அறிவியல் சங்கத்தை நிறுவினார்.

1561-1629 ஃபிரான்சிஸ் பேகன் வாழ்ந்த காலம்; அறிவியல் முறையை நிறுவியவர்.

1572 மிகப் பெரிய நட்சத்திரம் (Supernova) காணப்பட்டது. இதை 485 நாட்கள் டைகோ பிராஹு ஆய்வு செய்தார்.

1577 ஒரு வானியல் நிலையத்தைக் கோபன்ஹாகன் நகருக்கு அருகாமையில் உள்ள ஒரு தீவில் டைகோ பிராஹு நிறுவினார்.

1581 கலிலேயோ ஊசல்களின் தத்துவத்தை முதன்முதலில் விளக்கினார்.

1582 கிரிகோரியன் (Gregorian) காலங் காட்டி ஏற்கப்பட்டது.

1583 சைமன் ஸ்டீவின் என்ற ஹாலந்து நாட்டு நிபுணர் நீர்ம நிலையியல் (Hydrostatics) என்ற துறையை நிறுவினார்.

வில்லியம் இலீ (William Lee) என்ற இங்கிலாந்து நாட்டவர் முதல் பின்னல் எந்திரத்தைக் கண்டு பிடித்தார்.

1590 ஹாலந்து நாட்டு மூக்குக் கண்ணாடி தயாரிப்பாளரான ஜக்காரியாஸ் யான்சென் (Zacharias Janssen) கூட்டு நுண்ணோக்கியை உருவாக்கினார்.

1596-1650 ரெனே டேகார்ட் (Rene Descartes) என்ற பிரான்ஸ் நாட்டு பகுப்பாய்வு வடிவகணிதவியல் நிபுணர் வாழ்ந்த காலம்; அறிவியல் முறைக்கு மிகுந்த வளம் சேர்த்தவர்.

1597 ஆண்டிரியாஸ் இலீபா (Ańdreas Liebau) என்ற ஜெர்மானியர் Alchemia என்ற முதல் வேதியியல் நூலை எழுதினார்.

1600 வில்லியம் கில்பெர்ட் De Magnete என்ற நூலை வெளியிட்டார். உலகமே ஒரு பெரிய காந்தம் என்று நிலைநிறுத்தினார்.

1603 இத்தாலி நாட்டு மருத்துவ அறிஞரான ஃபாபிரிஷஸ் சிரைகளில் வால்வுகள் இருப்பதை நிரூபித்தார். சிரையிலிருந்து இரத்தம் இதயம் நோக்கிதான் செல்கிறது என்றும் நிரூபித்தார்.

1608 ஹான்ஸ் இலிப்பர்ஷே என்ற ஹாலந்து நாட்டு அறிஞர் தொலை நோக்கியைக் கண்டுபிடித்தார்.

1609 கெப்லரின் கோள்கள் பற்றிய முதல் இரண்டு விதிகள் வெளியிடப் பட்டன.

கலிலேயோ பால்வெளியைப் பற்றி யும், சந்திரன் பற்றியும் தொலை நோக்கி மூலம் ஆய்வு செய்தார்.

1610 கலிலேயோ ஜுபிடரின் நான்கு சந்திரன்கள், வெள்ளி கோள் மற்றும் சூரிய புள்ளிகள் பற்றி தொலை நோக்கி மூலம் ஆய்வு செய்தார்.

1614 சாங்டோரியஸ் என்ற இத்தாலிய நிபுணர் மனித வளர்சிதை மாற்றம் பற்றிய ஆய்வு செய்தார்; இதற்காக எடை போடும் தராசு ஒன்றைக் கண்டுபிடித்தார்.

1619 கெப்லரின் மூன்றாவது விதி வெளியிடப்பட்டது.

ஜான் நேப்பியர் மடக்கைகள் பற்றிய கருத்துருவை புகுத்தினார்.

1620 கார்னீலியஸ் டிரெப்பல் (Cornelius Drebbel) நீர்மூழ்கிக் கப்பலைக் கண்டுபிடித்தார்.

1624 ஹெல்மாண்ட் வாயுக்கள் மற்றும் திரவ ஆவிகள் பற்றிய ஆய்வை மேற்கொண்டார்.

1627 கோள்களின் அட்டவணை பற்றிய நூலை கெப்லர் வெளியிட்டார்.

1628 வில்லியம் ஹார்வி De Motus Cordis என்ற நூலை வெளியிட்டார்; இதில் இரத்த ஓட்டம் பற்றி முதன் முதலில் விவரித்துள்ளார்.

1642 பாஸ்கல் என்ற பிரான்ஸ் நாட்டவர் முதல் கணக்கீட்டுக் கருவியை (Calculator) நிர்மாணித்தார்.

1644 டார்ரிசெல்லி முதல் அழுத்தமானி யை உண்டாக்கினார்.

1645 கூயரிக்கே என்ற ஜெர்மன் நிபுணர் காற்றழுத்த பம்பை உருவாக்கினார்.

1654 பாஸ்கலும் ஃபெர்மாட்டும் புள்ளி யியலில் நிகழ்ச்சித் தகவு கொள் கைக்கு வித்திட்டனர்.

ஜேம்ஸ் உஷர் (James Ussher) என்ற பாதிரியார் கடவுள் BCE 4004 ஆம் ஆண்டு அக்டோபர் 26ஆம் நாள் காலை 9 மணிக்கு புவியைப் படைத் தார் என்ற கருத்தை வெளியிட்டார்.

1657 இராபெர்ட் ஹூக் காற்றழுத்த பம்பை சீர் செய்தார்; வெற்றிடத்தில், கலிலேயோவின் மேலிருந்து விழும் பொருட்கள் பற்றிய கொள்கையைச் சோதித்தார்.

1658 யான் ஸ்வாம்மர்டாம் என்ற ஹாலந்து நாட்டு பூச்சியியலின் தந்தை இரத்த சிவப்பணுக்களைக் கண்டுபிடித்தார்.

1660 மார்செல்லோ மல்பீஜி இரத்த தந்துகிகளைக் கண்டுபிடித்தார்.

கூயரிக்கே நிலை மின்சாரத்தைக் கண்டுபிடித்தார்.

1661 அயர்லாந்து நாட்டைச் சேர்ந்த இராபெர்ட் பாயில் Skeptical Chymist என்ற நூலை வெளியிட்டு அதில் வாயுக்கள் பற்றிய தன்னுடைய விதிகளை விளக்கியுள்ளார்.

1662 இங்கிலாந்து நாட்டின் இலண்டன் நகரில் Royal Society தோற்று விக்கப்பட்டது.

1665 இராபெர்ட் ஹுக் Micrographia என்ற தன்னுடைய நூலை வெளியிட்டார்; நுண்ணுயிர்கள் மற்றும் நுண் அமைப்புகள் கொண்ட படங்கள் இதில் இடம்பெற்றுள்ளன.

1666 Paris Academy of Sciences நிறுவப் பட்டது.

1668 பிரான்சிஸ்கோ ரெடி என்ற இத்தா லிய நிபுணர் தன்னிச்சையாக உயிர் தோன்றுகிறது என்ற கொள்கையைத்

தகுந்த சோதனைகள் மூலம் நிராகரித்தார்.

நியூட்டன் பிரதிபலிக்கும் தொலை நோக்கியை உருவாக்கினார்.

1669 நியூட்டனும், இலெய்ப்னிசும் தனித் தனியாக நுண்ணெண் கணிதவியல் துறையை நிறுவினர்.

1671 கசினி சனிக்கோளின் ஏழாவது சந்திரனைக் கண்டுபிடித்தார்.

நியூட்டன் ஒரு பட்டகம் மூலம் ஒளி சிதறுவதை ஆய்வு செய்தார்.

1672 கசினி புவியிலிருந்து செவ்வாயின் தூரத்தைக் கணக்கிட்டார்.

1675 ஒலே ரூமெர் (Olaus Roemer) என்ற டென்மார்க் நிபுணர் ஒளியின் வேகத்தைக் கணக்கிட்டார்.

1676 இலேவென்ஹூக் என்ற ஹாலந்து நாட்டவர் நுண்ணோக்கியை சீர் செய்து அதன் மூலம் நுண்ணுயிரி களை ஆராய்ந்தார்.

1676-1678 எட்மண்ட் ஹேலீ உலகின் தென் பாதியில் காணப்படும் நட்சத்திரங் களை அட்டவணைப்படுத்த ஆரம் பித்தார்.

1677 இலேவென்ஹீக் ஆண் விந்துக் களைக் கண்டுபிடித்தார்.

1678 ஒளி துகள்களால் ஆனது (துகள் கொள்கை) என்று நியூட்டன் எடுத்துக் காட்டினார்.

ஒளி அலைகளால் ஆனது (அலைக் கொள்கை) என்று யூகென் (Huygen) எடுத்துக்காட்டினார்.

1682 நெகமய்யா க்ரு என்ற இங்கிலாந்து நாட்டு அறிஞர் தாவரங்களும் பாலினப் பெருக்கம் செய்கின்றன என்று எடுத்துக் காட்டினார்.

எட்மண்ட் ஹேலீ ஒரு வால் நட்சத்திரத்தைக் கண்டார். இதற்கு அவருடைய பெயரே பின்னால் சூட்டப்பட்டது.

1684 ஜீன் பிகார் (Jean Picard) என்ற பிரான்ஸ் நாட்டு அறிஞர் புவியின் சரியான அளவைக் கண்டுபிடித்தார்.

1686 ஜான் இரே என்ற இங்கிலாந்து நாட்டு உயிரியல் அறிஞர் தாவரங்களை வகைபாடு செய்து மூன்று தொகுதி களாலான ஒரு நூலை வெளி யிட்டார்.

1687 நியூட்டனின் இயக்கம் பற்றிய விதி கள் (Laws of motion), அவருடைய Principia mathematica என்ற நூலில் வெளியிடப்பட்டன.

1690 ஜான் இலாக் (John Locke) தன்னுடைய மிகப் பிரபலமான கட்டுரையான Concerning Human Understanding ஐ வெளியிட்டார்; இது அறிவியலை மிக அதிகமாகப் பாதித்தது.

1704 நியூட்டனின் Optiks என்ற நூல் வெளியிடப்பட்டது.

1705 எட்மண்ட் ஹேலீ 1758இல் அவர் பெயர் கொண்ட வால்நட்சத்திரம் மீண்டும் தோன்றும் என்று ஊகித் தார்; அது அவர் ஊகித்தவாறு தோன்றியது.

1709 இரும்புத் தாதுக்களில் இருந்து இரும்பைப் பிரித்தெடுக்கும் புதிய முறைகள் இங்கிலாந்தில் கண்டு பிடிக்கப்பட்டு தொழில்புரட்சிக்கு வித்திடப்பட்டது.

1712 தாமஸ் நியூகாமன் (Thomas Newcommen) உருவாக்கிய முதல் நீராவி எஞ்சின் செயல்படத் துவங்கியது.

1714 கேப்ரியல் ஃபாரன்ஹைட் பாதரச வெப்பமானியைக் கண்டுபிடித்தார்.

1718 நட்சத்திரங்களும் நகர்கின்றன என்ற கருத்தை எட்மண்ட் ஹேலீ வெளியிட்டார்.

1733-1737 சார்லஸ் டுஃபே (Charles Dufay) தன்னுடைய ஆறு தொகுதிகளைக் கொண்ட மின்சாரம் பற்றிய நூலை வெளியிடத் தொடங்கினார்.

1735 கரோலஸ் இலின்னேயஸ் Systema Naturae என்ற நூலை வெளியிட்டார். இதில் அவருடைய உயிரிகளின் வகைப்பாட்டுத் திட்டம் காணப்படுகிறது.

1736-1738 பியரி மோபேர்ட்வீ லாப்லாந்து பயணம் மேற்கொண்டு துருவப் பகுதியில் புவி சற்றுத் தட்டையாக உள்ளது என்று நிருபித்தார்.

1738 டேனியல் பெர்நெனலியின் Hydrodynamica என்ற நூல் வெளியிடப்பட்டது. திரவ அழுத்தத் திற்கும், விசைக்கும் உள்ள தொடர்பு இதில் விளக்கப்பட்டுள்ளது.

1739 Royal Society of Edinburg நிறுவப்பட்டது.

1742 ஆண்டர்ஸ் செல்சியஸ் செல்சியஸ் வெப்பமானியை உருவாக்கினார்.

1743 ஜீன் டி ஆலம்பெர்ட் Traite de dynamicque என்ற நூலை வெளியிட்டார். இதில் நியூட்டனின் இயக்கம் பற்றிய விதிகள் விரிவாக்கப்பட்டன.

1745 ஒரு வால் நட்சத்திரம் சூரியனோடு மோதியதால் புவி தோன்றியது என்று பூஃபன் எடுத்துக் கூறினார்.

1746 டெனிஸ் டிடிராட்டின் Pensees Philosophiques என்ற நூல் வெளியிடப்பட்டது. இதில் இயற்கையில் காணப்படும் ஒழுங்கிற்குக் கடவுள் தான் காரணம் என்ற கருத்து வலியுறுத்தப்பட்டது.

வில்லியம் வாட்சனின் நூலான Experiments on the Nature of Electricity வெளியிடப்பட்டது.

1748 மிக்கைல் இலோமோனோசோவ் (Mikhail Lomonosov) பொருண்மை மற்றும் ஆற்றலின் பாதுகாப்பு பற்றிய விதிகளை வெளியிட்டார்.

1750 தாமஸ் ரைட் (Thomas Wright) An Original Theory and New Hypothesis of the Universe என்ற நூலை வெளியிட்டார்.

1750-1760 தொழில்புரட்சி இங்கிலாந்தில் தொடங்கிய காலம்

1751 Encyclopedie என்ற 17 தொகுதிகளும் 5 கூடுதல் தொகுதிகளும் அடங்கிய தொகுப்பு நூலின் தொடக்கம்.

பெஞ்சமின் ஃபிராங்க்லின் Experiments and observation on electricity என்ற நூலை வெளியிட்டார்.

1753 இலின்னேயஸ் Species Plantarum என்ற நூலை வெளியிட்டார்.

1754 பானெட் (Bonnet) Traites de sensations என்ற தன்னுடைய நூல் மூலம் புலன்கள் மூலம்தான் நமக்கு அறிவு எட்டுகிறது என்று எடுத்துக் கூறினார்.

1755 காண்ட் சூரிய குடும்பத்தின் தோற்றம் பற்றிய முகில் கொள்கையை தன்னுடைய நூலில் வெளியிட்டார்.

1760 ஜியோவன்னி மார்காக்னி (Giovanni Morgagni) நோயியல் என்ற புதிய அறிவியல் துறையை நிறுவினார்.

1761 ஜேம்ஸ் பிளாக் உள்ளுறை வெப்பத்தைக் கண்டுபிடித்தார்.

1762 ஜேம்ஸ் பிராட்லீ (James Bradley) 60,000 நட்சத்திரங்கள் பற்றிய நட்சத்திரப் பட்டியலை தயார் செய்தார்.

1765 ஸ்பல்லன்ஜானி உயிர் தானாகவே தோன்றுகிறது என்ற கொள்கையை நிராகரித்தார்.

1766 ஹென்றி காவண்டிஷ் ஹைட்ரஜனைக் கண்டுபிடித்தார்.

1769 ஜேம்ஸ் வாட் முதல் நீராவி எஞ்சினைக் கண்டுபிடித்தார்.

1772 நைட்ரஜன் டேனியல் ரூதர்ஃபோர்டால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

1774 பிரீஸ்ட்லீ ஆக்சிஜனைக் கண்டுபிடித்தார்.

கார்ல் ஷீல் (Karl Scheele) குளோரினைக் கண்டுபிடித்தார்.

1779 தாவரங்களும் சுவாசிக்கின்றன என்று யான் இங்கன் ஹவுஸ் (Jan Ingenhousz) கண்டுபிடித்தார்.

1781 சார்லஸ் மெஸ்ஸியர் 100க்கும் மேற்பட்ட வாயுமுகில்களைப் பட்டியலிட்டார்.

வில்லியம் ஹெர்ஷல் யுரேனஸ் கோளைக் கண்டுபிடித்தார்.

1783 டங்ஸ்ட்டன் (Tungsten) கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

மான்ட்கோல்ஃபியர் (Montgolfier) சகோதரர்கள் முதல் பலூன் பயணத்தை மேற்கொண்டனர்.

1783-1784 ஹென்றி காவண்டிஷ் ஹைட்ரஜன் எரியும்போது நீர் தோன்றுகிறது என்றும், நீர் ஹைட்ரஜன், ஆக்ஸிஜன் ஆகிய இரண்டு வாயுக்களின் கலவை என்று நிரூபித்தார்.

1785 ஹென்றி காவண்டிஷ் ஆர்கான் இருப்பதற்கான ஆதாரத்தைக் கொடுத்தார். பின்னால் இது ராம்சே (Ramsay) என்பவரால் உறுதி செய்யப்பட்டது.

எட்மண்ட் கார்ட்ரைட் (Edmund Cartwright) துணி நெய்யும் இயந்திரத்தை (Powerloom) கண்டுபிடித்தார்.

1787 சார்லஸ் விதி வெளியிடப்பட்டது.

1789 இலவாய்சியரின் Traite elementaire de Chimie என்ற நூல் வெளிவந்தது.

1793 எலி விட்னி (Eli Whitney) பருத்தியிலிருந்து விதையை நீக்கும் எந்திரத்தை (gin) கண்டுபிடித்தார்.

1794 இலவாய்சியர் கில்லட்டின் மூலம் கொல்லப்பட்டார்.

1795 ஹட்டன் Theory of the Earth என்ற இரண்டு தொகுதிகள் கொண்ட நூலை வெளியிட்டார்.

1796 பியரி சைமன் லாப்லாஸ் காண்ட்டின் முகில் கொள்கையை விரிவுபடுத்தினார்.

எட்வர்ட் ஜென்னர் அம்மைப்பால் நோய்த் தடுப்பு முறையைக் (Vaccination) கண்டுபிடித்தார்.

1800 ஹெர்ஷல் 40 அடி நீள பிரதிபலிக்கும் தொலைநோக்கியை உருவாக்கினார்; அகச்சிவப்பு ஒளியைக் கண்டுபிடித்தார்.

அலெசாண்ரோ வோல்டா மின் கலத்தைக் கண்டுபிடித்தார்.

வில்லியம் நிக்கோல்சன் (William Nicholson) மின்னாற்பகுப்பைக் கண்டுபிடித்தார்.

1801 யோஹான் ரிட்டர் (Johann Ritter) புற ஊதா ஒளிக் கதிர்களைக் கண்டுபிடித்தார்.

1802 தாமஸ் யங் ஒளியின் அலைக் கொள்கையை உருவாக்கினார்.

1803 ஜான்ட டால்டன் அணுக் கொள்கையை வெளியிட்டார்.

1804 ரிச்சர்டு டிரெவிதிக் (Richard Trevithick) நீராவி எஞ்சின் ஐந்து பெட்டிகளை இழுத்துச் செல்வதை நேரடியாகக் காட்டினார்.

1807 Geological Society of London நிறுவப்பட்டது.

நிலக்கரி - வாயுவினால் எரியும் விளக்குகள் லண்டன் மாநகர வீதி களில் ஏற்படுத்தப்பட்டன.

1808 ஹம்ஃபிரி டேவி முதல் மின் விளக்கை உருவாக்கினார்.

ஜான் டால்டன் The New System of Chemical Philosophy என்ற நூலை எழுதினார்.

1811 அவோகாட்ரோ கோட்பாடு வெளி யிடப்பட்டது.

ஹூர்ஷல் நட்சத்திரங்கள் மற்றும் வாயு முகில்கள் தோன்றுவதைப் பற்றிய கருத்துக்களை வெளியிட் டார்.

1814 ஃபிராயன்ஹோஃபர் கோடுகள் சூரிய ஒளியில் காணப்படுவது நிரூபிக்கப் பட்டது.

1815 டேவியால் சுரங்க விளக்கு கண்டு பிடிக்கப்பட்டது.

வில்லியம் ப்ரௌட் (William Prout) ஹைட்ரஜன் தான் அடிப்படை அணு என்றும், அதிலிருந்து அணுக்களின் எண்ணிக்கை கூடுவதால் மற்ற தனிமங்கள் தோன்றுகின்றன என்றும் எடுத்துக்காட்டினார்.

ஜான் இலோடன் மெக்ஆடம் (John Loudan McAdam) முதல் தார் சாலையை உருவாக்கினார்.

1816-1817 அகஸ்டின் ஃப்ரெனலும், தாமஸ் யங்கும் கூட்டாக ஒளி குறுக்கலை களாகப் பரவுகிறது என்று எடுத்துக் காட்டினர்.

1818 பெர்ஸீலியஸ் அணு எடைகள் பற்றிய அட்டவணையை வெளி யிட்டார்.

1819-1820 ஒயர்ஸ்டெட் காந்தவிசையும், மின் விசையும் ஒரே விசையின் வெவ் வேறு வெளிப்பாடுகள் என்று எடுத் துரைத்தார்.

1822 ஃபூரியர் தேற்றம் (Fourier theorem) வெளியிடப்பட்டது.

சார்லஸ் பாப்பேஜ் (Charles Babbage) முதல் கணினி வடிவத்தை எடுத்துக் காட்டினார். ஆனால் அதை உருவாக்குவதற்கான நவீன பொருட் கள் அவரிடம் இல்லை.

1823 ஃபிராயன்ஹோஃபர் கோடுகள் சூரியனிலும் புவியின் தனிமங்கள் காணப்படுகின்றன என்பதைச் சுட்டுகின்றன என்று ஜான் ஹூர்ஷல் எடுத்துக் காட்டினார்.

1825 ஒயர்ஸ்டெட்டால் அலுமினியம் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

வில்லியம் ஸ்டர்ஜியான் (William Sturgeon) மின்காந்தங்களை உரு வாக்கினார்.

1826 ஜோசப் நீப்சி (Joseph Niepce) முதல் நிலையான ஒளிப்படத்தை உரு வாக்கினார்.

1827 ஓம் விதி (Ohm's law) வெளியிடப் பட்டது.

இராபெர்ட் பிரௌன் (Robert Brown) பிரௌன் இயக்கத்தைக் கண்டறிந் தார்; இதற்கான விளக்கம் ஐன்ஸ்டீ னால் பின்னால் கொடுக்கப்பட்டது.

ஆம்பியரின் மின்காந்தவியல் பற்றிய நூல் வெளியிடப்பட்டது.

1830 சார்லஸ் டார்வின் HMS பீகில் என்ற கப்பலில் தன்னுடைய வரலாற்றுச் சிறப்பு வாய்ந்த பயணத்தைத் தொடங்கினார்.

மைக்கேல் ஃபாரடே மின்காந்தத் தூண்டலைக் கண்டுபிடித்தார். இதன் மூலம் மின்விசை இயற்றியை (generator) உருவாக்கினார்.

1832 மைக்கேல் ஃபாரடேவின் மின்னாற் பகுப்பு விதிகள் நிறுவப்பட்டன.

1833 வில்லியம் வேவெல் அறிவியல் அறிஞரைக் குறிக்கும் "Scientist" என்ற சொல்லை முதன்முறையாக முன்மொழிந்தார்.

1837 சாமுவேல் மோர்ஸ் தொலை வரியை (telegraph) காப்புரிமை செய்தார்.

1838 பிரடெரிக் பெஸ்ஸல் (Friedrich Bessel) ஒரு நட்சத்திரத்திற்கும், புவிக்கும் இடையே உள்ள தூரத்தை முதன்முதலில் கணக்கிட்டார்.

1838-1839 ஸ்லைடனும், ஸ்வானும் (Schleiden and Schwann) செல் கொள்கையை உருவாக்கினர்.

1839 சார்லஸ் குட்இயர் (Charles Goodyear) வெப்பொட்டிய இரப்பரை (Vulcanized rubber) கண்டுபிடித்தார்.

கிரிஸ்டியன் ஷோன்பெயின் (Christian Schonbein) ஓசோனைக் கண்டுபிடித்தார்.

1840 ஜான் வில்லியம் டிரேப்பர் சந்திரனின் முதல் ஒளிப்படத்தை எடுத்தார்.

1842 டாப்ளர் விளைவு (Doppler Effect) கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

1846 நெப்டியூன் கோள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

1847 வெப்ப இயக்கவியலின் முதல் விதி ஹெல்ம்ஹோல்ட்சால் வெளியிடப்பட்டது.

1850 ரூடால்ஃப் கிளாசியஸ் (= கெல்வின் பிரபு) வெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டாவது விதியை வெளியிட்டார்.

1852 எட்வர்ட் ஃபிராங்க்லாண்ட் (Edward Frankland) வேதியியலின் இணைதிறன்மை (Valency) கொள்கையை வெளியிட்டார்.

1853 நியாண்டர்தால் மனிதனின் முதல் எலும்புக்கூடு ஜெர்மன் நாட்டின் நியாண்டர் சமவெளியில் ஒரு குகையில் கண்டெடுக்கப்பட்டது.

1855 அலெக்சாண்டர் பார்க்ஸ் (Alexander Parkes) செல்லுலாய்டைக் கண்டுபிடித்தார்.

1856 லூயி பாஸ்டர் கிருமி நீக்க முறையைக் கண்டுபிடித்தார்.

1858 சார்லஸ் டார்வினும் ஆல்ஃபிரட் வாலசும் இயற்கைத் தேர்வு (Natural Selection) மூலம் நடைபெறும் பரிணாமக் கொள்கையை வெளியிட்டனர்.

இருடால்ஃப் விர்சோ Cellular Pathology என்ற நூலை வெளியிட்டார்.

அட்லாண்டிக் மகா சமுத்திரத்தின் வழியாக தொலைவரி கம்பிவடம் (telegraphic cable) போடப்பட்டது.

1859 Origin of Species என்ற டார்வினின் நூல் வெளியிடப்பட்டது.

எட்வின் டிரேக் (Edwin Drake) முதல் எண்ணெய் கிணற்றை பென்சில் வேனியாவில் ஏற்படுத்தினார்.

1860 ஜேம்ஸ் கிளெர்க் மேக்ஸ்வெல் வாயுக்களின் இயக்க ஆற்றல் கொள்கையை நிறுவினார். இலுட்விக் போல்ட்ஸ்மானும் இந்தக் கொள்கையைத் தனியாக நிறுவினார்.

கிர்ச்ஹாஃப் கரும்பொருள் கதிரியக்கம் பற்றிய கருத்தை வெளியிட்டார்.

1862 இலூயி பாஸ்டர், நோயின் கிருமிக் கொள்கையை (Germ theory of disease) வெளியிட்டார்.

1863 USA வின் National Academy of Sciences நிறுவப்பட்டது.

வில்லியம் ஹக்கின்ஸ் (William Huggins) நட்சத்திரங்களிலும் புவியில் உள்ள தனிமங்களே உள்ளன

என்பதை அவற்றின் நிறநிரல் கோடுகள் எடுத்துக் காட்டுவதாக நிரூபித்தார்.

1865 மெண்டலின் பாரம்பரிய இயல் விதிகள் வெளியிடப்பட்டன.

1867 கிறிஸ்டோஃபர் ஷோல்ஸ் (Christopher Sholes) முதல் தட்டச்சு எந்திரத்தைக் (typewriter) கண்டு பிடித்தார்.

1868 சூரிய ஒளிக் கோடுகளை ஆராய்ந்த போது அதில் ஹீலியம் என்ற பொருளை முதன்முதலில் சீசர் யான்சென் (Ceasar Janssen) கண்டு பிடித்தார்.

முதல் குரோமாக்னான் மனித எலும்புக் கூடுகள் ஒரு குகையில் பிரான்ஸ் நாட்டில் கண்டுபிடிக்கப் பட்டன.

1869 டிமித்ரி மெனடேலேயாஃப் தனிமங்களின் அட்டவணையை நிறுவினார்.

1871 The Descent of Man என்ற நூலை டார்வின் வெளியிட்டார்.

1873 மேக்ஸ்வெல் மின்காந்தப் பண்பு பற்றிய கொள்கையை வெளியிட்டார்.

1876 அலெக்சாண்டர் கிரகாம் பெல் தொலைபேசியைக் காப்புரிமை செய்தார்.

யூகன் கோல்ட்ஸ்டீன் (Eugen Goldstein) எதிர் மின்வாய் கதிர்களைக் கண்டுபிடித்தார்.

1877 தாமஸ் ஆல்வா எடிசன் ஃபோனோ கிராப் கண்டுபிடித்தார்.

1879 ஆல்பெர்ட் மைக்கேல்சன் ஒளியின் திசைவேகத்தை நிர்ணயித்தார். வெண்சுடர் மின்விளக்கை எடிசன் கண்டுபிடித்தார்.

1880 ஹெர்மான் ஹோல்லரித் (Hermann Hollerith) மின்-எந்திர கணிதப் பொறியையும் (calculator), விவரங்களை சேகரிக்கவும், ஆய்வு செய்யவும் உதவும் துளை-அட்டை எந்திரத்தையும் (Punch-card machine) கண்டு பிடித்தார்.

1882 வால்தர் ஃபிளெமிங் (Walther Fleming) மைட்டோசிஸ் (mitosis) என்ற செல் பகுப்பைக் கண்டு பிடித்தார்.

1883 கமில்லோ கோல்ஜை (Camillo Golgi) ''கோல்ஜை உறுப்பு''களைக் கண்டு பிடித்தார்.

1885 கார்ல் ஃபிரடெரிக் பென்ஸ் (Carl Friedrich Benz) பெட்ரோலால் இயங்கும் எஞ்சின் கொண்ட தானியங்கி வண்டியை (automobile) கண்டுபிடித்தார்.

ஜேம்ஸ் டிவார் (James Dewar) வெற்றிட குடுவை (thermos-flask) யைக் கண்டுபிடித்தார்.

வில்லியம் ஸ்டான்லி மின்மாற்றியைக் கண்டுபிடித்தார்.

1887 ஹென்ரிக் ஹெர்ட்ஸ் (Heinrich Hertz) ஒளிமின் விளைவைக் கண்டுபிடித்தார்.

பெனிடென் (Beneden) ஒரு உயிரியின் எல்லா செல்களிலும் ஒரே எண்ணிக்கையில் தான் குரோமோசோம்கள் காணப்படும் என்று எடுத்துக்காட்டினார்.

ஆல்பெர்ட் மைக்கேல்சன் மற்றும் எட்வர்ட் மோர்லி ஆகிய இருவரும் ஈதர் என்ற ஊடகப் பொருள் இல்லை என்று நிரூபித்தனர்.

1888 ஹெர்ட்ஸ் ரேடியோ அலைகளைக் கண்டுபிடித்தார்.

1890 எடிசன் முதல் சினிமா படத்தை உருவாக்கினார்.

1891 ஸ்டோனி (Stoney) எலக்ட்ரான் என்ற சொல்லை முதன்முதலில் பயன்

படுத்தினார்; ஆனால் இது 1897ல் J.J.தாம்சனால் கண்டுபிடிக்கப் பட்டது.

1894 யூஜீன் டுபாய்ஸ் (Engene Dubois) ''ஜாவா மனிதனை'' கண்டுபிடித் தார்.

1895 சர் வில்லியம் ராம்சே புவியில் ஹுலியத்தைக் கண்டுபிடித்தார்.

E.E.பர்னார்டு (E.E.Barnard) பால் வெளியை ஒளிப்படம் எடுத்தார்.

ரான்ட்ஜன் X கதிர்களைக் கண்டு பிடித்தார்.

மார்கோனி (Marconi) ரேடியோ தொலைவரியை (radiotelegraphy) கண்டுபிடித்தார்.

1896 ஹென்றி பேகுரல் இயற்கைக் கதிரியக்கத்தைக் கண்டுபிடித்தார். விளைவு (Zeeman) ஜீமான் கண்டறியப்பட்டது.

1897 எட்வர்ட் புக்னர் நொதிகளைக் கண்டுபிடித்தார்; இவர் தான் உயிர் வேதியியலைத் தொடங்கியவர்.

மேரி கியூரி யுரேனிய கதிரியக்கத் தைக் கண்டறிந்தார்.

எர்னஸ்ட் ரூதர்ஃபோர்டு ஆல்ஃபா மற்றும் பீட்டா கதிர்களைக் கண்டறிந் தார்.

1898 பையரின்க் தேயிலை தேமல் நோய்க் கான காரணியான வைரஸை முதன் முதலில் கண்டுபிடித்தார்.

மேரி மற்றும் பியரி கியூரி ரேடியத் தைக் (radium) கண்டுபிடித்தனர்.

மேரி குயூரி ''கதிரியக்கம்'' (radioactivity) என்ற சொல்லை உருவாக்கினார். மேலும் போலோ னியம் மற்றும் புளுட்டோனியம் ஆகிய தனிமங்களைக் கண்டுபிடித் தார்.

J.J.தாம்சன் அணுவுக்கு ஒரு உருப் படிவம் (model) உருவாக்கினார்.

1900 மாக்ஸ் பிளாங்க் (Max Planck) கரும்பொருள் கதிர்வீச்சு பற்றிய விதியை வெளியிட்டார்; இது சிப்பம் கொள்கைக்கு வித்திட்டது.

ஹுகோ டி விரிஸ் (Hugo do Vries) மற்றும் இருவர் தனித்தனியாக மெண்டலின் படைப்பைக் கண்டு பிடித்தனர்.

1901 ஜோகிச்சி தகாமைன் (Jokichi Takamine) (ஜப்பான்) மற்றும் தாமஸ் பெல் (Thomas Bell) ஆகிய இருவரும் தனித்தனியாக அட்ரினலைன் (Adrenaline) என்ற ஹார்மோனைக் கண்டுபிடித்தனர்.

1902 வில்லியம் பேலிஸ் (William Bayliss) மற்றும் எர்னஸ்ட் ஸ்டார்லிங் (Ernest Starling) ஆகிய இருவரும் கூட்டாக மனித வாழ்வியலில் ஹார்மோன் களின் முக்கியத்துவத்தை எடுத்துக் காட்டினர்.

1902-1903 W.S.சட்டன் (W.S.Sutton) மெண்ட லின் காரணிகள் குரோமோசோம் களில் காணப்படுகின்றன என்று கூறினார்; பாரம்பரிய பண்புகளை விளக்க குரோசோம் கொள்கையை வெளியிட்டார்.

1903 ரைட் (Wright) சகோதரர்கள் விமானத்தைக் கண்டுபிடித்தனர்.

1904 ஜான் ஃபிளெமிங் (John Fleming) டையோடு வால்வை கண்டுபிடித்த னர்.

1905 ஆல்பெர்ட் ஐன்ஸ்டீனின் சிறப்புச் சார்பியல் கொள்கை வெளியிடப் பட்டது; ஒளி-சிப்பம் (light quantum) (பின்னால் ஃபோட்டான் என்று அழைக்கப்பட்டது) பற்றிய கருத்துரு வையும் அவர் வெளியிட்டார்.

1906 F.G.ஹாப்கின்ஸ் வைட்டமின்கள் பற்றிய முதல் படைப்பை வெளியிட்டார்.

1907 T.H.மார்கன் பழப்பூச்சிகளில் தன்னுடைய ஆய்வைத் தொடங்கினார். சடுதி மாற்றக் கொள்கையையும் பாரம்பரிய பண்புகளைக் கட்டுப்படுத்துவதில் குரோமோசோம்களின் பங்கு பற்றியும் விவரித்தார்.

1908 இலியோ பேக்லேண்ட் (Leo Backeland) பேக்லைட் (Bakelite) என்ற முதல் பிளாஸ்டிக் பொருளை உருவாக்கினார்.

1908-1909 பெர்ரின் (Perrin) நேரடிக் கண்டறிதலில் இருந்து அணுவின் ஏறத்தாழ அளவை (size) கணக்கிட்டார்.

1909 W.யோகான்சன் என்ற டென்மார்க் அறிஞர் ஜீன் என்ற சொல்லை உருவாக்கி, இதுதான் உயிரிகளின் பண்புகளை எடுத்துச் செல்கிறது என்று விளக்கினார்.

1910 மார்கன் ஜீன்களின் சங்கிலித் தொடராக அமைந்திருப்பதையும், பால் தொடர்பு (sex-linkage) ஜீன்களைப் பற்றியும் விளக்கினார்.

1911 ரூதர்ஃபோர்டு அணுவின் நூக்லியஸை கண்டுபிடித்தார்.

இராபர்ட் மில்லிகன் (Robert Millikan) எலக்ட்ரானின் விசையை (charge) கணக்கிட்டார்.

ஹெஸ் காஸ்மிக் கதிர்கள் பற்றிய தன்னுடைய முடிவுகளை வெளியிட்டார்.

காமர்லிங் ஒன்னஸ் (Kamerlingh Onnes) மீகடத்துதல் நிகழ்வைக் கண்டுபிடித்தார்.

1913 நீல்ஸ் போர் அணுவின் உருவடிவத்தை விளக்கினார்.

ஃபிரடெரிக் சாடி (Frederick Soddy) ஐசோடோப்கள் (isotopes) இருப்பதைக் கண்டுபிடித்தார்.

ஹென்றி மோஸ்லி (Henry Moseley) தனிமங்களின் பண்புகள் அவற்றின் அணு எண்களால் நிர்ணயிக்கப்படுகின்றன என்றும், அணு எடைகளால் அல்ல என்றும் நிரூபித்தார்.

1914 W.H.பிராக் மற்றும் W.L.பிராக் (Bragg) (தந்தையும் மகனும்) ஒன்றுசேர்ந்து X கதிர்களின் அலை நீளத்தைக் கணக்கிட்டனர்.

1915 T.H.மார்கனும், அவருடைய சகாக்களும் The Mechanism of Mendelian Heredity என்ற நூலை எழுதினர்.

ஆல்ஃபிரெட் வெஜெனர் (Alfred Wegener) கண்டங்களின் நகர்வு கொள்கையை உருவாக்கினார்.

1916 ஐன்ஸ்டீன் பொதுச் சார்பியல் கொள்கையை உருவாக்கினார்.

பாக்டீரியோஃபேஜ் (Bacteriophage) என்ற பாக்டீரிய வைரஸ்களை F.W.டுவோர்ட் (F.W.Twort) மற்றும் F.H.டி'ஹெரெல்லி (F.H.d' Herelle) ஆகிய இருவரும் தனித்தனியாகக் கண்டுபிடித்தனர்.

1919 ரூதர்ஃபோர்டு புரோட்டான்கள் அணுவின் நூக்லியஸின் அங்கங்கள் என்று நிரூபித்தார்.

1920 ரூதர்ஃபோர்டு நியூட்ரான்கள் இருப்பதை வெளியிட்டார்.

1923 லூயி டி பிராலி மின்காந்த அலைகள் துகள்-அலை ஆகிய இரட்டைப் பண்பையும் பெற்றவை என்று நிரூபித்தார்.

1924 எட்வின் ஹப்பில் நம்முடைய பிரபஞ்சத்திற்கும் வெளியே நட்சத்திர மண்டலங்கள் இருப்பதை நிரூபித்தார்.

1925 W.பாலி தவிர்க்கைக் கொள்கையை வெளியிட்டார்.

W.ஹெய்சன்பெர்க் சிப்ப இயக்க வியல் பற்றிய தன்னுடைய முதல் ஆய்வுக் கட்டுரையை வெளியிட்டார்.

1926 இராபெர்ட் கொட்டார்டு (Robert Goddard) திரவ எரிபொருளால் இயக்கப்படும் ராக்கெட்டை கண்டு பிடித்தார்.

X கதிர்கள் பழப்பூச்சிகளில் சடுதி மாற்றங்களை ஏற்படுத்துகின்றன என்று எடுத்துக் காட்டப்பட்டது.

பால் டிராக் சிப்ப இயக்கவியலின் அடிப்படைகளை நிறுவினார்.

ஜான் லோகி பெயர்டும் (John Logie Baird) கூட்டாளிகளும் முதல் தொலைக்காட்சிப் பெட்டியை உருவாக்கினர்.

1927 ஹெய்சன்பெர்கின் நிச்சமின்மை கோட்பாடு வெளியிடப்பட்டது.

1928 அலெக்சாண்டர் ஃபிளெமிங் (Alexander Fleming) தற்செயலாக பெனிசிலினைக் கண்டுபிடித்தார்.

1929 J.D.காக்கிராப்ட் மற்றும் E.T.S.வால்டன் முதல் துகள் முடக்கி அல்லது அணுப்பிளப்பு கருவியை உருவாக்கினர்.

எட்வின் ஹப்பில் பிரபஞ்சம் விரிவடைகிறது என்று எடுத்துக் கூறினார்.

1930 எதிர் பருப்பொருட்கள் (antimatter) இருப்பதை டிராக் எடுத்துக் காட்டினார்.

டாம்பாக் (Tombaugh), புளூட்டோ கோளை கண்டுபிடித்தார்.

ஃபிராங்க் விட்டில் (Frank Whittle) ஜெட் எஞ்சினைக் காப்புரிமை செய்தார்.

1931 நியூட்டிரினோவின் இருப்பைப் பாலி உறுதிப்படுத்தினார். (ஆனால் இந்த பெயர் ஃபெர்மியால் கொடுக்கப்பட்டது).

பாசிட்ரானின் (Positron) இருப்பை டிராக் ஊகித்தார். (பின்னால் C.D.ஆண்டர்சன் இதனைக் கண்டு பிடித்தார்).

1932 ஜேம்ஸ் சேட்விக் (James Chadwick) நியூட்ரானைக் கண்டுபிடித்தார்.

G.டொமாக் (G.Domagk) புரோண் டோசில் (Prontosil) என்ற முதல் சல்ஃபா மருந்தைக் கண்டுபிடித்தார்.

ஹரால்டு யுரே (Harold Urey) டியுடிரியம் (deuterium) என்ற கன ஹைட்ரஜனைக் கண்டுபிடித்தார்.

1933 எர்னஸ்ட் இருஸ்கா (Ernest Ruska) எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியைக் கண்டுபிடித்தார்.

1934 அணு இணைவுச் சோதனையை ரூதர்ஃபோர்டும், அவருடைய சகாக்களும் வெற்றிகரமாகச் செய்தனர்.

1935 இராபெர்ட் வாட்சன்-வாட் (Robert Watson-Watt) இராடாரை (Radar)க் கண்டுபிடித்தார்.

வாலஸ் கரோதர்ஸ் (Wallace Carothers) நைலானைக் (nylon) காப்புரிமை செய்தார்.

1937 செஸ்டர் கார்ல்சன் (Chester Carlson) நகல் எடுக்கும் (xerography) முறையைக் கண்டுபிடித்தார்.

1938 O.ஹான், F.ஸ்ட்ராஸ்மான், L.மெய்ட்னர், போர் மற்றும் ஃபெர்மி ஆகிய அனைவரும் அணு நூக்லியஸ் பிளவைக் கண்டுபிடித்தனர்.

1942 ஓப்பன் ஹைமர் தலைமையில் மான்ஹாட்டன் திட்டம் மூலம் அணுகுண்டு தயாரிக்க முயற்சி எடுக்கப்பட்டது.

	ஃபெர்மி முதல் அணு உலையை நிறுவினார்.
	ஜான் அடனாசாஃப் (John Atanasoff) மற்றும் கிளிப்ஃபோர்டு பெர்ரி (Clifford Berry) ஆகிய இருவரும் முதல் கணினியை உருவாக்கினர்.
	பீடிலும் (Beazdle) டேடமும் (Tatum) ஒரு ஜீன் ஒரு நொதி கொள்கையை உருவாக்கினர்.
1945	ஆகஸ்டு 6 மற்றும் 9ஆம் தேதிகளில் அணுகுண்டுகள் ஜப்பானின் ஹிரோஷிமா மற்றும் நாகசாகி நகரங்களின் மீது USA வால் வீசப்பட்டது.
	ராக்கெட் தொழில்நுட்பம் செயல்படுத்தப்பட்டு விண்வெளி ஆய்வுகள் தொடங்கின.
1947	W.F.இலிப்பி (S.F.Libby) ரேடியோ கார்பன் முறையைப் பயன்படுத்தி பாறைகளின் வயதை நிர்ணயம் செய்தார்.
	பெல் (Bell) சோதனைச் சாலையைச் சேர்ந்த ஜான் பர்டீனும் (John Bardeen), அவருடைய சகாக்களும் சேர்ந்து டிரான்சிஸ்டரைக் கண்டுபிடித்தனர்.
1948	G.கமாவ், R.ஆல்ஃபா மற்றும் R.ஹெய்மான் பிரபஞ்சத்தின் தோற்றத்தை விளக்கும் பெரு வெடிப்பு கொள்கையை (Big Bang Theory) உருவாக்கினர்.
1951	முதல் வணிக கணினி விற்பனைக்காக வெளிவந்தது.
1952	ஹைட்ரஜன் இணைவு வெடிகுண்டு (அணு குண்டை விட திறன் வாய்ந்தது) USA வால் சோதனை செய்யப்பட்டது.
	C.H.டவுனஸ் (C.F.Townes) என்பவரால் மேசர் (Maser) கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.
	கருத்தடை மாத்திரை உற்பத்தி செய்யப்பட்டது.
1953	J.வாட்சனும், F.கிரிக்கும் DNA மூலக்கூறுக்கான இரட்டைச் சுருள் உருவப்படிவத்தை வெளியிட்டனர்.
1954	போலியோ நோய்க்கான ஊசி மருந்தை J.சாக் கண்டுபிடித்தார்.
1957	சோவியத் யூனியன் ஸ்புட்னிக் I என்ற முதல் செயற்கைக் கோளை விண்ணில் பறக்கவிட்டது.
1958	அமெரிக்காவின் முதல் விண்வெளிக்கலம் எக்ஸ்ப்ளோரர் I விண்வெளியில் ஏவப்பட்டது.
1959	அண்டார்டிக் கண்டத்தில் மிகப் பெரிய அறிவியல் கூடத்தை நிறுவ உலக நாடுகளிடையே ஒப்பந்தம் செய்யப்பட்டது.
1960	A.சாண்டேஜ் (A.Sandage) மற்றும் T.மாத்யூஸ் (T.Matthews) ஆகிய இருவராலும் முதல் குவாசார்கள் (Quasars) பிரபஞ்சத்தில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன.
	T.H.மைமானால் முதல் லேசர் ஒளி வெற்றிகரமாக செயல்விளக்கம் செய்யப்பட்டது.
1961	M.ஜெல்-மான் (G.Gell-Mann) அடிப்படைத் துகள்களை வகைப்பாடு செய்தார்.
	சோவியத் யூனியனைச் சேர்ந்த யூரிகாகரின் (Yuri Gagarin) விண்வெளிக் கலத்தில் பூமியை முதன்முதலில் சுற்றிவந்தார்.
1964	M.ஜெல்-மானும், G.ஸ்வைகும் (G.Zweig) குவார்க்கள் (quarks) பற்றிய கருத்துரையை வெளியிட்டனர்.
1965	ஆர்னோ பென்சியாஸ் (Arno Penzias) மற்றும் இராபெர்ட் வில்சன் பெரு வெடிப்பு (Big Bang) கொள்கைக்கான

	ஆதாரங்களை நுண்அலை பின்னணி கதிர்வீச்சுகளின் அடிப்படையில் எடுத்துக் காட்டினர்.
1966	நிரன்பெர்க் போன்றவர்களால் ஜீன் சங்கேதம் (Genetic code) வெளியிடப் பட்டது.
1967	M.ஜெல்-மானும், A.ஹியூவிஷ் (A.Hewish) என்பவரும் பல்சார் களைக் (Pulsars) கண்டுபிடித்தனர்.
	D.ஹாட்ஜ்கின் (D.Hodgkin) வைட்ட மின் B_{12} ன் அமைப்பைக் கண்டு பிடித்தார்.
	J.பெக்வித் (J.Beckwith) மற்றும் அவருடைய கூட்டாளிகள் ஒரு தனி ஜீனை (gene) முதன்முதலில் பிரித்தெடுத்தனர்.
1969	நீல் ஆர்ம்ஸ்ட்ராங்கும், எட்வின் ஆல்டிரினும் சந்திரனில் தரையிறங்கி னர்.
1970	H.M.டெமின் (H.M.Temin) மற்றும் D.பால்டிமோர் (D.Baltimore) ஜீன் பொறியியல் (genetic engineering) துறைக்கான அடிப்படை ஆய்வை வெளியிட்டனர்.
	H.G.கொரனா (H.G.Khorana) மற்றும் அவரது சகாக்கள் முதன்முதலில் ஜீனை செயற்கை முறையில் உண்டாக்கி னர்.
1971	முதல் நுண்செயலி (microprocessor) (intel 4004) புகுத்தப்பட்டது.
1973	Skylab என்ற விண்வெளி சோதனைக் கூடத்தோடு அமெரிக்க விண்வெளி வீரர்கள் முதன்முதலில் சேர்ந்தனர்.
	மிகுந்த குளிர்நிலையில் சேமித்து வைக்கப்பட்டிருந்த இளங்கருவி லிருந்து (embryo) ஒரு கன்றுக்குட்டி முதன்முதலாக உண்டாக்கப்பட்டது.
	S.H.கோஹனும் (S.H.Cohen) H.W.போயரும் (H.W.Boyer) ஜீன் பொறியியலை நிறுவினர்.
1976	கன்கார்ட் விமானம் (ஒரு மணிக்கு 1500 மைல்கள் பறக்கக்கூடிய) உருவாக்கப்பட்டது.
	வைக்கிங் விண்வெளிக்கலம் செவ்வாய் கிரகத்தில் இறங்கியது.
1978	SV40 என்ற வைரஸின் முழு ஜீன் அமைப்பும் வெளியிடப்பட்டது.
1980	ஒரு அணுவின் ஒளிப்படம் முதன் முதலில் வெளியிடப்பட்டது.
	C.வெய்ஸ்மான் (C.Weissmann) பாக்டீரியங்களில் மனித இண்டர் பெரானை (interferon) ஜீன் பொறி யியல் மூலம் உண்டாக்கினார்.
1980-1981	AIDS நோய் முதன் முதலில் தெரிய வந்தது.
1986	செர்னோபில் அணுசக்தி உலை உருகி மிகப் பெரிய விபத்து ஏற்பட்டது.
1997	டாலி என்ற செம்மறி ஆடு முதன் முதலில் குளோனிங் முறைப்படி உருவாக்கப்பட்டது.

பாரதிதாசன் பல்கலைக்கழகம்
திருச்சிராப்பள்ளி

நூலாசிரியர்

முனைவர் கு.வி.கிருஷ்ணமூர்த்தி திருச்சிராப்பள்ளி பாரதிதாசன் பல்கலைக்கழகத்தில் தாவரஅறிவியல் துறையில் பேராசிரியராகவும், துறைத்தலைவராகவும் பணியாற்றுகிறார். தாவரவியலில் இளநிலைப் பட்டத்தை முதல் வகுப்பில் 1964-ஆம் ஆண்டும், முதுநிலை பட்டத்தை முதல் வகுப்பில் முதல் மாணவராக 1966-ஆம் ஆண்டும் சென்னைப் பல்கலைக்கழகத்திலிருந்து பெற்றார். 1973-ஆம் ஆண்டு சென்னைப் பல்கலைக்கழகத்திலிருந்து முனைவர் பட்டம் பெற்றார்.

1970-ல் இருந்து 1978-ஆம் ஆண்டு வரை தமிழ்நாடு அரசு கல்லூரிகளில் விரிவுரையாளராகச் சிறப்பாக பணிபுரிந்தவுடன், 1978-ஆம் ஆண்டு திருச்சிராப்பள்ளியில் அமைக்கப்பட்ட சென்னைப் பல்கலைக்கழகத் தன்னாட்சி முதுநிலை மையத்தில் தாவரவியல் விரிவுரையாளராகச் சேர்ந்தார். இந்த மையம் பாரதிதாசன் பல்கலைக்கழகமாக மாறியதும் முதலில் இணைப் பேராசிரியராக 1983-ஆம் ஆண்டும் பின்பு பேராசிரியராக 1989-ஆம் ஆண்டும் பதவி உயர்வு பெற்றார். கடந்த 38 ஆண்டுகளாக ஆய்வாளராகவும், ஆசிரியராகவும் பணியாற்றி வந்துள்ளார்.

இவருடைய ஆய்வுகள் தாவர உருவகவியல், இனப்பெருக்க வாழ்வியல், சூழலியல், தாவர வள அறிவியல் ஆகிய துறைகளில் மேற்கொள்ளப்பட்டுள் ளன. முப்பதுக்கும் மேற்பட்ட முனைவர் பட்ட மாணவர்களுக்கு இவர் வழிகாட்டியாகத் திகழ்ந்துள்ளார். 160-க்கும் மேற்பட்ட ஆய்வுக்கட்டுரைகளை யும் பத்து நூல்களையும் இவர் படைத்துள்ளார்.

இலண்டன் இலின்னேயன் சங்கத்தாலும், இந்திய நாட்டு அறிவில் அகாடமியாலும், பூக்கும் தாவர வகைப்பாட்டியல் சங்கத்தின் இந்தியக் கிளையாலும், இந்தியத் தாவர திசு வளர்ப்பு மற்றும் தாவர உயர் தொழில்நுட்பவியல் சங்கத்தாலும் உறுப்பினராக (Fellow) இவர் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டுள்ளார். பல்வேறு பரிசுகளையும், விருதுகளையும் தம்முடைய அறிவியல் ஆய்வுகளுக்காக இவர் பெற்றுள்ளார். இவற்றில் முக்கியமானவை தமிழக அரசின் சிறந்த சூழலியல் அறிவியல் அறிஞர் விருது (1998) முனைவர் வி.வி.சிவராஜன் விருது, இந்திய தேசிய சூழல் அறிவியல் கழகத்தின் 2002-ஆம் ஆண்டின் தலைசிறந்த விஞ்ஞானி விருது, இந்திய அறிவியல் கழகத்தின் தலைசிறந்த தாவரவியல் அறிஞர் விருது போன்றவையாகும். 1993-ஆம் ஆண்டு அமெரிக்காவின் கொலேரேடோ பல்கலைக்கழகத்தின் ஃபுல்பிரைட் பேராசிரியராக பணிபுரிந்துள்ளார். பல்வேறு அறிவியல் சஞ்சிகைகளில் ஆசிரியராகவும், ஆசிரியர் குழு உறுப்பினராகவும் பணிபுரிந்துள்ள இவர், மத்திய மற்றும் மாநில அரசின் பல்வேறு அறிவியல் அமைப்புகளிலும் உறுப்பினராகப் பணியாற்றியுள்ளார்.